



**TUGAS AKHIR - SS141501**

**PERAMALAN HARGA SAHAM PERUSAHAAN  
PERTAMBANGAN EMAS DI INDONESIA  
MENGUNAKAN METODE *UNIVARIATE*  
DAN *MULTIVARIATE TIME SERIES***

**ANITA PUTRI WULANSARI  
NRP 1314 105 057**

**Dosen Pembimbing  
Dr. Brodjol Sutijo Suprih Ulama, M.Si**

**PROGRAM STUDI S1  
JURUSAN STATISTIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2016**



**FINAL PROJECT - SS141501**

# **STOCK PRICE FORECASTING OF GOLD MINING COMPANIES IN INDONESIA USING UNIVARIATE AND MULTIVARIATE TIME SERIES**

**ANITA PUTRI WULANSARI  
NRP 1314 105 057**

**Supervisor  
Dr. Brodjol Sutijo Suprih Ulama, M.Si**

**UNDERGRADUATE PROGRAMME  
DEPARTMENT OF STATISTICS  
FACULTY OF MATHEMATICS AND NATURAL SCIENCES  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2016**

**LEMBAR PENGESAHAN**


**PERAMALAN HARGA SAHAM PERUSAHAAN  
PERTAMBANGAN EMAS DI INDONESIA  
MENGUNAKAN METODE *UNIVARIATE*  
*DAN MULTIVARIATE TIME SERIES***

**TUGAS AKHIR**

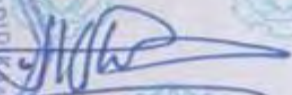
**Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Sains  
pada  
Program Studi S-1 Jurusan Statistika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

**Oleh:  
ANITA PUTRI WULANSARI  
NRP. 1314 105 057**

**Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:**

**Dr. Brodjol Sutijo Suprih Ulama, M.Si (  )  
NIP. 19660125 199002 1 001**

**Mengetahui,  
Ketua Jurusan Statistika FMIPA-ITS**

  
**Dr. Suhartono  
NIP. 19710929 199512 1 001**

**SURABAYA, JULI 2016**



# **PERAMALAN HARGA SAHAM PERUSAHAAN PERTAMBANGAN EMAS DI INDONESIA MENGUNAKAN METODE *UNIVARIATE* DAN *MULTIVARIATE TIME SERIES***

**Nama Mahasiswa : Anita Putri Wulansari**  
**NRP : 1314 105 057**  
**Jurusan : Statistika**  
**Dosen Pembimbing : Dr. Brodjol Sutijo S. U., M.Si**

## **Abstrak**

*Investasi emas dibagi menjadi investasi fisik dan non-fisik. Salah satu bentuk investasi emas non-fisik adalah dengan membeli saham perusahaan pertambangan emas. Industri pertambangan emas masuk dalam indeks sektoral BEI sektor pertambangan dengan sub sektor logam dan mineral. Emiten yang termasuk dalam sektor tersebut adalah ANTM, PSAB dan MDKA. Pada umumnya perubahan harga saham pada suatu perusahaan akan berdampak pada perubahan harga saham dari perusahaan yang lain. Gambaran tentang harga saham untuk periode kedepan dapat diperoleh apabila terdapat suatu model yang mampu menjelaskan keterkaitan harga saham antar perusahaan. Salah satu metode yang bisa digunakan untuk mendapatkan model tersebut adalah Vector Autoregressive (VAR). Harga saham ANTM dan PSAB dianalisis menggunakan metode VAR karena saling berkorelasi sehingga dapat dilihat keterkaitan antara keduanya, sementara harga saham MDKA akan dianalisis secara univariate menggunakan metode ARIMA. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data harga penutupan yang diambil dari <http://finance.yahoo.com/>. Berdasarkan hasil analisis diperoleh kesimpulan bahwa pergerakan harga saham MDKA cenderung konstan, sementara pergerakan harga saham ANTM dan PSAB sangat berfluktuatif. Model terpilih yang dapat digunakan untuk meramalkan harga saham MDKA adalah ARIMAX(1,0,0) sedangkan ramalan untuk harga saham ANTM dan PSAB dapat diperoleh dari model VARX(2,1,0).*

***Kata Kunci: Emas, Harga Saham, Vector Autoregressive, ARIMA***

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

# STOCK PRICE FORECASTING OF GOLD MINING COMPANIES IN INDONESIA USING UNIVARIATE AND MULTIVARIATE TIME SERIES

**Student Name** : Anita Putri Wulansari  
**NRP** : 1314 105 057  
**Department** : Statistics  
**Supervisor** : Dr. Brodjol Sutijo S. U., M.Si

## Abstract

*Gold is the most popular as an investment. Investors generally buy gold as a way of diversifying risk. Compared to other precious metals used for investment, gold has the most effective safe haven. Investors can invest through physical gold or gold stocks. All gold stocks traded on Indonesia Stock Exchange are listed in metals and minerals sub sector. These stocks are ANTM, PSAB and MDKA. Generally, stock price movement of a company would impact the other. Characteristics of stock price for next period can be obtained from a model which capable to explain the relations between companies. One of time series method frequently used to obtain such model is Vector Autoregressive (VAR). Stock price of ANTM and PSAB will be analyzed using VAR because both are correlated, whereas MDKA considered to be analyzed using ARIMA. This research analyzing daily close price of these three stocks which available free on <http://finance.yahoo.com/>. The conclusions of this research are MDKA seems has constant price movement along 19 June 2015 – March 2016, whereas ANTM and PSAB have very fluctuating price movement along January 2013 – March 2016. The best model for MDKA is ARIMAX(1,0,0) and the best one for ANTM and PSAB is VARX(2,1,0), but unfortunately both of these models are not fulfill the assumptions of normality residual.*

**Keywords:** Gold, Stock Price, Vector Autoregressive, ARIMA

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

# DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>ABSTRAK</b> .....	v
<b>ABSTRACT</b> .....	vii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xvii
 <b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan .....	5
1.4 Manfaat .....	5
1.5 Batasan Masalah .....	5
 <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Analisis Deret Waktu .....	7
2.2 <i>Autoregressive Integrated Moving Average</i> (ARIMA) .....	8
2.2.1 Identifikasi .....	8
2.2.2 Estimasi Parameter .....	11
2.2.3 <i>Diagnostic Checking</i> .....	13
2.2.4 Memilih Model Terbaik .....	14
2.3 <i>Vector Autoregressive</i> (VAR) .....	15
2.3.1 Analisis Korelasi Diantara Variabel .....	15
2.3.2 Identifikasi .....	16
2.3.3 Estimasi Parameter .....	18
2.3.4 <i>Diagnostic Checking</i> .....	20
2.3.5 Memilih Model Terbaik .....	22



2.4 Deteksi <i>Outlier</i> .....	22
2.5 Peta Kendali $T^2$ Hotteling .....	24
2.6 Indeks Sektoral .....	24
 <b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Sumber Data .....	27
3.2 Variabel Penelitian .....	27
3.3 Langkah Analisis .....	28
3.4 Diagram Alir .....	34
 <b>BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Karakteristik Harga Saham MDKA, ANTM dan PSAB .....	37
4.2 Analisis Saham MDKA Menggunakan Metode ARIMA .....	40
4.3 Analisis Saham ANTM dan PSAB Menggunakan Metode VAR .....	55
 <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan .....	71
5.2 Saran .....	72
 <b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	73
<b>LAMPIRAN</b> .....	77

## DAFTAR TABEL

	Halaman
<b>Tabel 2.1</b> Jenis-Jenis Transformasi.....	9
<b>Tabel 2.2</b> Teori Umum ACF dan PACF dari Model ARIMA .....	11
<b>Tabel 3.1</b> Struktur Data .....	27
<b>Tabel 4.1</b> Karakteristik Harga SahamMDKA, ANTM dan PSAB .....	37
<b>Tabel 4.2</b> Pengujian Estimasi Parameter Saham MDKA ....	44
<b>Tabel 4.3</b> Pengecekan <i>White Noise</i> Saham MDKA .....	45
<b>Tabel 4.4</b> Pengecekan Distribusi Normal Saham MDKA ...	45
<b>Tabel 4.5</b> Daftar <i>Outlier</i> Saham MDKA .....	46
<b>Tabel 4.6</b> Pengujian Parameter Saham MDKA Setelah Deteksi <i>Outlier</i> .....	48
<b>Tabel 4.7</b> Pengecekan <i>White Noise</i> Saham MDKA Setelah Deteksi <i>Outlier</i> .....	49
<b>Tabel 4.8</b> Pengecekan Distribusi Normal Saham MDKA Setelah Deteksi <i>Outlier</i> .....	50
<b>Tabel 4.9</b> Ringkasan Model ARIMA untuk Saham MDKA .....	50
<b>Tabel 4.10</b> Pemilihan Model Terbaik Saham MDKA.....	52
<b>Tabel 4.11</b> Perhitungan Akurasi Model .....	53
<b>Tabel 4.12</b> Rincian Hasil <i>Forecast</i> Saham MDKA .....	54
<b>Tabel 4.13</b> Matriks Korelasi .....	55
<b>Tabel 4.14</b> <i>Minimum Information Criterion</i> untuk Pemilihan <i>Order</i> VAR .....	58

<b>Tabel 4.15</b>	Hasil Pengujian Estimasi Parameter Model VAR(2[5],1,0) .....	58
<b>Tabel 4.16</b>	Hasil Pengujian Estimasi Parameter Model VAR(2[5],1,0) Setelah <i>Restrict</i> .....	59
<b>Tabel 4.17</b>	Pengecekan <i>Multivariate White Noise</i> .....	60
<b>Tabel 4.18</b>	Pengecekan Distribusi <i>Multivariate Normal</i> .....	60
<b>Tabel 4.19</b>	Daftar <i>Outlier</i> Residual Model VAR(2[5],1,0) ...	61
<b>Tabel 4.20</b>	Hasil Pengujian Estimasi Parameter Model VARX(2,1,0) Setelah <i>Restrict</i> .....	63
<b>Tabel 4.21</b>	Pengecekan <i>Multivariate White Noise</i> VARX(2,1,0) .....	64
<b>Tabel 4.22</b>	Pengecekan Distribusi <i>Multivariate Normal</i> VARX(2,1,0) .....	64
<b>Tabel 4.23</b>	Perhitungan Akurasi Model VARX(2,1,0) .....	68
<b>Tabel 4.24</b>	Rincian Hasil <i>Forecast</i> Saham ANTM .....	69
<b>Tabel 4.25</b>	Rincian Hasil <i>Forecast</i> Saham PSAB .....	69

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
<b>Gambar 3.1</b>	Diagram Alir Metode ARIMA.....34
<b>Gambar 3.2</b>	Diagram Alir Metode VAR. ....35
<b>Gambar 4.1</b>	<i>Time Series Plot</i> (a) MDKA (b) ANTM (c) PSAB.....38
<b>Gambar 4.2</b>	Rata-Rata <i>Return</i> Saham (a)MDKA dan (b)ANTM & PSAB .....40
<b>Gambar 4.3</b>	<i>Time Series Plot</i> Saham MDKA .....41
<b>Gambar 4.4</b>	<i>Box-Cox Plot</i> Saham MDKA.....42
<b>Gambar 4.5</b>	Grafik ACF Saham MDKA .....42
<b>Gambar 4.6</b>	Grafik (a) ACF dan (b) PACF Saham MDKA yang Digunakan untuk Pendugaan Model.....43
<b>Gambar 4.7</b>	<i>Boxplot</i> Residual Model ARIMA(1,0,0) dan ARIMA(0,0,2) .....46
<b>Gambar 4.8</b>	Observasi <i>Outlier</i> pada Saham MDKA .....47
<b>Gambar 4.9</b>	Histogram Residual (a)ARIMA(1,0,0) dan ARIMA(0,0,2) .....51
<b>Gambar 4.10</b>	Akurasi Model ARIMAX(1,0,0).....54
<b>Gambar 4.11</b>	<i>Box-Cox Plot</i> (a)ANTM dan (b)PSAB .....56
<b>Gambar 4.12</b>	Plot MACF Harga Saham ANTM dan PSAB.....56
<b>Gambar 4.13</b>	Plot MACF Harga Saham ANTM dan PSAB Setelah <i>Differencing</i> .....57
<b>Gambar 4.14</b>	Plot MPACF Harga Saham ANTM dan PSAB.....57

<b>Gambar 4.15</b>	Peta Kendali $T^2$ Hotteling untuk Pengecekan <i>Outlier</i> .....	61
<b>Gambar 4.16</b>	Salah Satu Observasi <i>Outlier</i> Saham PSAB ....	62
<b>Gambar 4.17</b>	Histogram Residual VARX(2,1,0) (a)ANTM dan (b)PSAB .....	65
<b>Gambar 4.18</b>	Bagan Hubungan Harga Saham ANTM Dan PSAB.....	66
<b>Gambar 4.19</b>	Akurasi Model VARX(2,1,0) (a)ANTM dan (b)PSAB .....	68

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
<b>Lampiran 1</b> Data harga saham MDKA, ANTM dan PSAB .....	77
<b>Lampiran 2</b> <i>Output</i> Minitab statistika deskriptif dan korelasi.....	78
<b>Lampiran 3</b> <i>Syntax</i> SAS saham MDKA model ARIMA(1,0,0).....	79
<b>Lampiran 4</b> <i>Output</i> SAS saham MDKA model ARIMA(1,0,0).....	80
<b>Lampiran 5</b> <i>Syntax</i> SAS <i>outlier</i> saham MDKA model ARIMAX(1,0,0).....	81
<b>Lampiran 6</b> <i>Output</i> SAS <i>outlier</i> saham MDKA model ARIMAX(1,0,0).....	82
<b>Lampiran 7</b> <i>Syntax</i> SAS saham MDKA untuk model ARIMA(0,0,2).....	83
<b>Lampiran 8</b> <i>Output</i> SAS saham MDKA untuk model ARIMA(0,0,2).....	84
<b>Lampiran 9</b> <i>Syntax</i> SAS <i>outlier</i> saham MDKA model ARIMAX(0,0,2).....	85
<b>Lampiran 10</b> <i>Output</i> SAS <i>outlier</i> saham MDKA model ARIMAX(0,0,2).....	86
<b>Lampiran 11</b> Perhitungan kriteria kebaikan model ARIMA (1,0,0) MDKA.....	87
<b>Lampiran 12</b> Perhitungan kriteria kebaikan model ARIMAX(1,0,0) MDKA.....	89
<b>Lampiran 13</b> Perhitungan kriteria kebaikan model ARIMA (0,0,2) MDKA.....	91

<b>Lampiran 14</b>	<i>Syntax</i> SAS saham ANTM & PSAB model VAR(2[5],1,0) sebelum <i>Restrict</i> .....	93
<b>Lampiran 15</b>	<i>Output</i> SAS saham ANTM & PSAB model VAR(2[5],1,0) sebelum <i>Restrict</i> .....	94
<b>Lampiran 16</b>	<i>Syntax</i> SAS saham ANTM & PSAB model VAR(2[5],1,0) setelah <i>Restrict</i> .....	96
<b>Lampiran 17</b>	<i>Output</i> SAS saham ANTM & PSAB model VAR(2[5],1,0) setelah <i>Restrict</i> .....	97
<b>Lampiran 18</b>	<i>Syntax</i> SAS saham ANTM & PSAB model VARX(2,1,0).....	99
<b>Lampiran 19</b>	<i>Output</i> SAS saham ANTM & PSAB model VARX(2,1,0).....	100
<b>Lampiran 20</b>	Hasil perhitungan uji distribusi <i>multivariate</i> normal residual data ANTM dan PSAB .....	102

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan analisis yang telah dilakukan sebagai berikut:

1. Karakteristik saham-saham pertambangan emas di Indonesia yaitu:
  - a. Rata-rata harga saham emiten MDKA selama periode 19 Juni 2015 – Maret 2016 adalah sebesar 1972.80. Persebaran data harga saham MDKA tidak terlalu beragam dengan *range* harga yang juga tidak terlalu jauh. Harga saham emiten MDKA memiliki distribusi data yang cenderung miring ke kiri dan bentuk distribusi data yang lebih lancip dari kurva normal. Pergerakan harga saham MDKA tidak terlalu berfluktuatif dan jika dilihat dari nilai *return*-nya, MDKA mengalami kerugian pada bulan Oktober 2015, Desember 2015, Januari 2016 dan Februari 2016.
  - b. Rata-rata harga saham emiten ANTM selama periode Januari 2013 – Maret 2016 adalah sebesar 830.71. Persebaran data harga saham ANTM cukup beragam dengan *range* harga mencapai  $\pm 1057$ . Harga saham ANTM memiliki distribusi data yang cenderung miring ke kiri dan bentuk distribusi data yang lebih landai dari kurva normal. Pergerakan harga saham ANTM sangat berfluktuatif dan terdapat kecenderungan tren menurun. ANTM mengalami kerugian pada tahun 2013 dan 2015 apabila dilihat dari nilai *return* yang dihasilkan.
  - c. Rata-rata harga saham emiten PSAB selama periode Januari 2013 – Maret 2016 adalah sebesar 2260.40. PSAB memiliki keragaman data yang lebih besar dibandingkan dengan ANTM. *Range* harga saham PSAB mencapai 5100. Distribusi data harga saham PSAB cenderung miring ke kanan dan bentuk distribusi data yang lebih landai dari kurva normal. Pergerakan harga saham PSAB sangat berfluktuatif



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Pasar modal menurut BEI (2010a) merupakan pasar untuk berbagai instrumen keuangan jangka panjang yang dapat diperjualbelikan, salah satunya adalah saham. Pasar modal menjadi sarana pendanaan bagi perusahaan atau suatu institusi dan sebagai sarana bagi kegiatan investasi. Dana yang diperoleh dari pasar modal dapat digunakan untuk pengembangan usaha, ekspansi, penambahan modal kerja dan lain-lain. Kegiatan investasi tidak dapat terlepas dari faktor-faktor perekonomian global yang dapat mempengaruhi kondisi pasar modal. Keadaan perekonomian yang berubah-ubah ini pula yang menyebabkan ketidakpastian kondisi pasar modal.

Taqiyyah (2015) menjelaskan bahwa investor merasa cemas karena ketidakpastian mengenai kondisi pasar. Pasar saham AS kembali anjlok untuk hari ketiga pada 24 September 2015. Pada hari itu lebih dari 30 saham pada indeks Dow Jones merosot dan hanya segelintir saham pada indeks S&P 500 yang bergerak positif. Kondisi berbeda terjadi pada emas yang harganya naik 2% pada hari yang sama. Posisi tertinggi pada indeks S&P 500 juga perusahaan tambang emas Newmont, yang melejit lebih dari 6%. *Market Vectors Gold Miners* juga terus meningkat hampir 2% dalam dua bulan terakhir. Emas semakin menarik investor sejak pasar saham mulai bergejolak pada Agustus 2015.

Keadaan pasar saham yang bergejolak sejak Agustus 2015 tersebut dikarenakan melemahnya perekonomian global. Winarto (2016) menjelaskan bahwa perekonomian global pada awal tahun 2016 masih melemah sementara harga emas menyentuh level US\$ 1.131,50 yang merupakan level tertinggi sejak 3 November 2015. Harga emas telah naik lebih dari 4% di tahun 2016 berjalan. Karena ini menempatkan emas sebagai komoditas dengan kinerja terbaik dan satu-satunya aset utama yang menorehkan keuntungan terbesar di Februari 2016. Reaksi investor akibat ketidakpastian

kondisi pasar di awal tahun 2016 salah satunya disebabkan oleh Bank Sentral AS (*The Fed*) yang belum memutuskan untuk mempertahankan atau meningkatkan suku bunga. Pada 11 Februari 2016, Melanion (2016) menjelaskan bahwa pimpinan *The Fed* akhirnya memberikan sinyal bahwa bank sentral AS kemungkinan akan menunda kenaikan suku bunga jika guncangan di pasar global berlanjut. Kabar tersebut menyebabkan harga emas stabil dan akan melompat ke level tertinggi. Gambaran perlambatan perekonomian global hingga Februari 2016 dijelaskan oleh Kusuma (2016) antara lain dikarenakan China kemungkinan akan kembali melakukan devaluasi terhadap mata uang yuan. Harga minyak juga mendekati level terendah yaitu jatuh menjadi US\$ 30/barrel pada 12 Februari 2016, dan akan tetap rendah untuk waktu yang lama seiring melimpahnya pasokan di pasaran. Bursa saham di seluruh dunia telah merosot sejak awal tahun 2016 dan banyak saham di pasar AS yang harganya anjlok hingga 20%.

Kusuma (2016) juga menjelaskan bahwa keadaan perekonomian global yang tidak menentu pada awal tahun 2016 menyebabkan investor mencari investasi aman di tengah anjloknya bursa saham dunia dan harga minyak. Jeff Gundlach (CEO *DoubleLine*) mengatakan, harga emas perlahan-lahan mengalami kenaikan sejak awal tahun karena investor mencari tempat berlindung untuk mengamankan asetnya di tengah kondisi pasar saham yang *volatile*. Emas merupakan aset yang sering dipertimbangkan sebagai *safe haven* saat terjadi guncangan ekonomi global sehingga mulai terjadi kenaikan permintaan.

Kondisi perekonomian global tersebut juga mempengaruhi pasar domestik. Winarto (2016) menjelaskan bahwa IHSG bergerak fluktuatif sepanjang bulan Januari 2016 dan sempat mencapai level terendah yang lebih banyak disebabkan oleh sentimen global. Robertus Yanuar Hardy (Analisis *Reliance Securities*) mengatakan bahwa sebenarnya potensi pertumbuhan ekonomi Indonesia sudah menunjukkan stabilitas, hanya saja faktor dinamika perekonomian global yang tidak menentu harus tetap diwaspadai para investor. Investor tentu tidak salah jika akhirnya memilih inves-

tasi emas ditengah ketidakpastian ini. Investasi emas menurut Syafputri (2012) dibagi menjadi investasi fisik dan non-fisik. Bentuk investasi emas non-fisik salah satunya adalah dengan membeli saham perusahaan pertambangan emas.

Bursa Efek Indonesia (BEI) memiliki indeks sektoral yang merupakan sub indeks dari IHSG. Semua emiten yang tercatat diklasifikasikan ke dalam sembilan sektor menurut klasifikasi industri yang telah ditetapkan BEI. Industri pertambangan emas menurut Saham OK (2015) masuk dalam indeks sektoral BEI sektor pertambangan, dengan sub sektor logam dan mineral. Perusahaan pertambangan emas yang termasuk dalam sektor tersebut adalah PT. Aneka Tambang (Persero) Tbk (ANTM), PT. *J Resources Asia Pasific* Tbk (PSAB) dan PT. Merdeka *Copper Gold* Tbk (MDKA). Ketiga perusahaan tersebut diduga akan ikut diuntungkan karena investor mulai investasi emas, apalagi diprediksi bahwa penguatan harga emas terjadi pada jangka panjang. Pada umumnya perubahan harga saham pada suatu perusahaan akan berdampak pada perubahan harga saham dari perusahaan yang lain. Gambaran tentang harga saham ketiga perusahaan untuk periode kedepan dapat diperoleh apabila terdapat suatu model yang mampu menjelaskan keterkaitan harga saham antar perusahaan. Salah satu metode yang bisa digunakan untuk mendapatkan model tersebut adalah *Vector Autoregressive* (VAR).

Penelitian-penelitian sebelumnya yang pernah dilakukan berkaitan dengan peramalan menggunakan metode VAR yaitu penelitian dari Kurnia (2005) yang meneliti interdependensi neraca transaksi berjalan-neraca modal Indonesia. Hasil penelitian menunjukkan adanya interdependensi antara *current account* dan *capital account*. Kedua, penelitian dari Al Arif & Tohari (2006) yang meneliti peranan kebijakan moneter dalam menjaga stabilitas perekonomian Indonesia sebagai respon terhadap fluktuasi perekonomian dunia. Hasil penelitian menunjukkan dua kesimpulan yaitu variabel internasional berdampak pada fluktuasi variabel domestik sehingga dapat dikatakan bahwa kerentanan ekonomi domestik lebih sering dikarenakan guncangan eksternal. Kesimpulan

kedua menunjukkan bahwa kebijakan moneter efektif untuk mendukung pertumbuhan ekonomi dan stabilisasi harga, tetapi kebijakan BI untuk menstabilkan guncangan internasional melalui *exchange rate* berkontribusi menyebabkan dampak yang lebih besar pada tingkat suku bunga domestik. Ketiga, penelitian Maruddani & Safitri (2008) yang meramalkan harga saham dari PT. Indofood Sukses Makmur Tbk. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variabel harga saham, *Return of Assets* (ROA), *Debt to Equity Ratio* (DER) dan *Earning Per Share* (EPS) dapat dikatakan terintegrasi pada *order* pertama dan residual memenuhi asumsi independen dan berdistribusi normal. Model estimasi VAR dapat digunakan untuk meramalkan harga saham beberapa periode ke depan.

VAR merupakan salah satu metode peramalan *multivariate*. Metode VAR tidak hanya dapat digunakan untuk peramalan harga saham beberapa periode kedepan, tetapi juga bisa menjelaskan keterkaitan harga saham. Metode VAR mensyaratkan adanya korelasi antara variabel. Pada penelitian ini emiten yang harga sahamnya saling berkorelasi dan akan dianalisis menggunakan metode VAR hanya ANTM dan PSAB, sementara MDKA akan dianalisis menggunakan ARIMA yang merupakan metode peramalan *univariate*. Hasil peramalan untuk beberapa periode kedepan selanjutnya dapat digunakan oleh para investor sebagai pertimbangan melakukan investasi saham pada perusahaan pertambangan emas di Indonesia.

## 1.2 Rumusan Masalah

Kondisi perekonomian yang melemah sejak Agustus 2015 menyebabkan investor merasa khawatir dan banyak investor beralih pada emas/saham emas. Sehingga, diperlukan informasi tentang harga saham beberapa periode kedepan dari sektor pertambangan sub sektor logam dan mineral khususnya perusahaan yang bergerak dalam tambang emas yaitu ANTM, PSAB dan MDKA. Harga ANTM dan PSAB akan dianalisis menggunakan metode VAR karena saling berkorelasi sehingga dapat dilihat keterkaitan antara keduanya. Harga saham MDKA dianalisis secara *univa-*

riate dengan metode ARIMA karena tidak berkorelasi dengan harga saham yang lain.

### **1.3 Tujuan**

Tujuan yang ingin dicapai berdasarkan rumusan masalah tersebut sebagai berikut:

1. Mengetahui karakteristik harga saham perusahaan pertambangan emas
2. Mendapatkan model yang terbaik untuk meramalkan harga saham perusahaan pertambangan emas
3. Meramalkan harga saham perusahaan pertambangan emas untuk beberapa periode kedepan

### **1.4 Manfaat**

Manfaat yang diharapkan dari penelitian tugas akhir ini sebagai berikut:

1. Mendapatkan peramalan yang tepat untuk harga saham perusahaan pertambangan emas sehingga dapat digunakan untuk memberikan informasi dalam hal investasi (perdagangan saham)
2. Menambah pengetahuan penerapan metode peramalan

### **1.5 Batasan Masalah**

Saham yang akan dianalisis pada penelitian ini adalah saham PT. Aneka Tambang (Persero) Tbk (ANTM), PT. *J Resources Asia Pasific* Tbk (PSAB) dan PT. Merdeka *Copper Gold* Tbk (MDKA). Data harga saham yang digunakan adalah data harian harga penutupan periode 19 Juni 2015 – Maret 2016 untuk saham MDKA dan Januari 2013 – Maret 2016 untuk ANTM dan PSAB. Metode VAR digunakan untuk meramalkan harga saham emiten ANTM dan PSAB sedangkan metode ARIMA digunakan untuk meramalkan harga saham MDKA.

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Tinjauan pustaka yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah tinjauan statistik yang meliputi analisis deret waktu, ARIMA, VAR dan deteksi *outlier*. Sedangkan tinjauan non statistik yang meliputi penjelasan mengenai indeks sektoral.

#### **2.1 Analisis Deret Waktu**

Deret waktu (*time series*) menurut Wei (2006) adalah pengamatan yang berdasarkan urutan waktu. Pengamatan tersebut meskipun berhubungan erat dengan urutan waktu, tidak menutup kemungkinan memiliki hubungan dengan dimensi lain seperti ruang. *Time series* diterapkan dalam berbagai bidang. Studi dalam bidang pertanian diterapkan untuk mengamati produksi dan harga hasil panen per tahun. Studi dalam bidang bisnis dan ekonomi diterapkan untuk mengamati harga saham harian, tingkat bunga dalam minggu, indeks harga bulanan, penjualan kuartal dan pendapatan per tahun. Studi dalam bidang teknik diterapkan untuk mengamati suara, signal elektrik dan tegangan listrik. Studi dalam bidang geofisika diterapkan untuk mengamati turbulensi, seperti gelombang laut dan *earth noise* di suatu wilayah. Studi dalam bidang kesehatan diterapkan untuk mengukur *electroencephalogram* (EEG) dan *electrocardiogram* (EKG). Studi dalam bidang meteorologi diterapkan untuk mengamati kecepatan angin per jam, temperatur harian dan curah hujan per tahun. Studi dalam bidang pengendalian kualitas diterapkan untuk memonitor proses berdasarkan target yang ditetapkan. Studi dalam bidang ilmu sosial diterapkan untuk mempelajari angka kelahiran per tahun, angka kematian, tingkat kecelakaan dan berbagai tingkat kriminalitas. Bidang penerapan untuk mempelajari *time series* sangat banyak dan tidak terbatas.

Tujuan dalam mempelajari *time series* sangat beragam, meliputi memahami dan mendeskripsikan mekanisme secara umum, mendapatkan nilai ramalan beberapa periode kedepan dan sistem

kontrol yang optimal. *Time series* pada dasarnya terdiri dari pengamatan yang dependen atau saling berkorelasi dengan periode-periode sebelumnya. Metode statistika yang digunakan untuk menganalisis data *time series* lebih dikenal dengan analisis *time series* (*time series analysis*).

## 2.2 Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)

Wei (2006) menjelaskan bahwa data *time series* yang seringkali didiskusikan merupakan proses yang stasioner. Pada aplikasinya, data *time series* terutama yang berasal dari bidang ilmu ekonomi dan bisnis seringkali tidak stasioner. Data *time series* yang tidak stasioner dapat terlihat dalam beberapa kondisi. Data bisa memiliki *mean* yang tidak konstan, varians yang tidak konstan, atau keduanya. Wei (2006) menjelaskan bahwa metode *autoregressive moving average* (ARMA) berguna dalam mendeskripsikan *time series* yang stasioner, sementara metode *autoregressive integrated moving average* (ARIMA) sangat berguna dalam mendeskripsikan *time series* yang tidak stasioner. Langkah-langkah metode ARIMA meliputi identifikasi, estimasi parameter, *diagnostic checking*, pemilihan model terbaik dan *forecasting*.

### 2.2.1 Identifikasi

Pada tahap identifikasi perlu dilihat stasioneritas data dalam varians dan *mean*. Data yang tidak stasioner dalam varians perlu dilakukan transformasi *Box-Cox*, sedangkan apabila tidak stasioner dalam *mean* maka perlu dilakukan *differencing*. Transformasi *Box-Cox* menurut Wei (2006) dituliskan pada persamaan sebagai berikut:

$$T(Z_t) = \frac{Z_t^\lambda - 1}{\lambda} \quad (2.1)$$

Persamaan tersebut diperkenalkan oleh Box dan Cox. Tabel dibawah ini memperlihatkan beberapa nilai  $\lambda$  yang sering digunakan dan transformasinya.



**Tabel 2.1** Jenis-Jenis Transformasi

Nilai $\lambda$	Jenis Transformasi
-1	$Z_t = \frac{1}{Z_t}$
- 0.5	$Z_t = \frac{1}{\sqrt{Z_t}}$
0	$Z_t = \ln Z_t$
0.5	$Z_t = \sqrt{Z_t}$
1.0	$Z_t$ (No Transformation)

Gujarati (2004), jika suatu deret waktu memiliki *unit root*, *differencing* pertama dari deret waktu tersebut akan stasioner. Solusi untuk melakukan *differencing* pertama dari suatu deret waktu adalah sebagai berikut:

$$\Delta Z_t = Z_t - Z_{t-1} \quad (2.2)$$

Data yang sudah dilakukan *differencing* diperiksa kembali stasioneritasnya. Apabila belum stasioner, maka dilakukan *differencing* kedua dan seterusnya hingga stasioner.

#### a. Autocorrelation Function (ACF)

Wei (2006) menjelaskan bahwa untuk proses stasioner  $\{Z_t\}$  dengan *mean*  $E\{Z_t\} = \mu$  dan *varians*  $\text{var}\{Z_t\} = E(Z_t - \mu)^2 = \sigma^2$  yang konstan. Kovarians antara  $Z_t$  dan  $Z_{t-k}$  dapat dituliskan pada persamaan sebagai berikut:

$$\gamma_k = \text{cov}(Z_t, Z_{t-k}) = E(Z_t - \mu)(Z_{t-k} - \mu) \quad (2.3)$$

dan korelasi antara  $Z_t$  dengan  $Z_{t-k}$  adalah sebagai berikut:

$$\rho_k = \frac{\text{cov}(Z_t, Z_{t-k})}{\sqrt{\text{var}(Z_t)} \cdot \sqrt{\text{var}(Z_{t-k})}} = \frac{\gamma_k}{\gamma_0} \quad (2.4)$$

dimana dinotasikan  $\text{var}(Z_t) = \text{var}(Z_{t-k}) = \gamma_0$ . Sebagai fungsi dari  $k$ ,  $\gamma_k$  dinamakan fungsi autokovarians dan  $\rho_k$  dinamakan fungsi autokorelasi dalam analisis *time series* karena memperlihatkan kovarians dan korelasi antara  $Z_t$  dengan  $Z_{t-k}$  dari proses yang sama, yang hanya dipisahkan oleh lag waktu  $k$ . Wei (2006) menjelaskan bahwa pengamatan *time series*  $Z_1, Z_2, \dots, Z_n$  memiliki fungsi autokorelasi sampel yang didefinisikan sebagai berikut:

$$\hat{\rho}_k = \frac{\hat{\gamma}_k}{\hat{\gamma}_0} = \frac{\sum_{t=1}^{n-k} (Z_t - \bar{Z})(Z_{t-k} - \bar{Z})}{\sum_{t=1}^n (Z_t - \bar{Z})^2}, \quad k = 0, 1, 2, \dots \quad (2.5)$$

Plot antara  $\hat{\rho}_k$  dengan  $k$  seringkali dinamakan dengan *sample correlogram*.

#### **b. Partial Autocorrelation Function (PACF)**

Wei (2006) menjelaskan bahwa autokorelasi parsial antara  $Z_t$  dan  $Z_{t-k}$  akan sama dengan *ordinary autocorrelation* antara  $(Z_t - \hat{Z}_t)$  dan  $(Z_{t-k} - \hat{Z}_{t-k})$ . Jadi  $P_k$  dinotasikan sebagai autokorelasi parsial antara  $Z_t$  dan  $Z_{t-k}$  yang dituliskan sebagai berikut:

$$P_k = \frac{\text{cov}[(Z_t - \hat{Z}_t), (Z_{t-k} - \hat{Z}_{t-k})]}{\sqrt{\text{var}(Z_t - \hat{Z}_t)} \sqrt{\text{var}(Z_{t-k} - \hat{Z}_{t-k})}} \quad (2.6)$$

Fungsi autokorelasi parsial sampel menurut Wei (2006) dimulai dengan  $\hat{\phi}_{11} = \hat{\rho}_1$ , untuk menghitung  $\hat{\phi}_{kk}$  diberikan persamaan sebagai berikut:

$$\hat{\phi}_{k+1, k+1} = \frac{\hat{\rho}_{k+1} - \sum_{j=1}^k \hat{\phi}_{kj} \hat{\rho}_{k+1-j}}{1 - \sum_{j=1}^k \hat{\phi}_{kj} \hat{\rho}_j} \quad (2.7)$$

dan

$$\hat{\phi}_{k+1,j} = \hat{\phi}_{kj} - \hat{\phi}_{k+1,k+1} \hat{\phi}_{k,k+1-j}, \quad j = 1, 2, \dots, k \quad (2.8)$$

Teori umum ACF dan PACF untuk membantu menentukan model menurut Bowerman & O'Connell (1993) sebagai berikut:

**Tabel 2.2** Teori Umum ACF dan PACF dari Model ARIMA

Order	ACF	PACF
AR ( $p$ )	Turun secara eksponensial ( <i>dies down</i> )	<i>Cut off</i> setelah lag $p$
MA ( $q$ )	<i>Cut off</i> setelah lag $q$	Turun secara eksponensial ( <i>dies down</i> )
ARMA ( $p, q$ )	Turun secara eksponensial ( <i>dies down</i> )	Turun secara eksponensial ( <i>dies down</i> )
AR( $p$ ) or MA( $q$ )	<i>Cut off</i> setelah lag $q$	<i>Cut off</i> setelah lag $p$

### 2.2.2 Estimasi Parameter

Proses *autoregressive* AR( $p$ ) dengan *order*  $p$  berdasarkan Wei (2006) mengikuti persamaan sebagai berikut:

$$(1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p) \dot{Z}_t = a_t \quad (2.9)$$

atau

$$\dot{Z}_t = \phi_1 \dot{Z}_{t-1} + \phi_2 \dot{Z}_{t-2} + \dots + \phi_p \dot{Z}_{t-p} + a_t \quad (2.10)$$

Proses *moving average* MA( $q$ ) dengan *order*  $q$  berdasarkan Wei (2006) mengikuti persamaan sebagai berikut:

$$\dot{Z}_t = (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q) a_t \quad (2.11)$$

Pembentukan model biasanya butuh memasukkan kedua proses *autoregressive* dan *moving average*, sehingga terdapat suatu model campuran proses *autoregressive moving average* yaitu ARMA ( $p, q$ ). Proses ARMA yang stasioner dan *invertible* dapat dituliskan dalam model umum ARMA ( $p, q$ ) menurut Wei (2006) dengan persamaan sebagai berikut:

$$\phi_p(B)\dot{Z}_t = \theta_q(B)a_t \quad (2.12)$$

dimana 
$$\phi_p(B) = 1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p$$

$$\theta_q(B) = 1 - \theta_1 B - \dots - \theta_q B^q$$

Ketiga model diatas adalah model yang digunakan apabila stasioneritas data terpenuhi. Sedangkan apabila stasioneritas data tidak terpenuhi, maka model ARMA ( $p, q$ ) perlu ditambahkan dengan *order* untuk *differencing* sehingga menjadi ARIMA ( $p, d, q$ ). Model umum untuk ARIMA ( $p, d, q$ ) menurut Wei (2006) mengikuti persamaan sebagai berikut:

$$\phi_p(B)(1-B)^d \dot{Z}_t = \theta_q(B)a_t \quad (2.13)$$

Salah satu metode estimasi parameter menurut Box, Jenkins & Reinsel (2008) adalah estimasi *conditional least square*. Estimasi *conditional least square* didapatkan dengan meminimumkan fungsi *conditional sum-of-squares*. Fungsi *conditional sum-of-squares* untuk model umum ARMA( $p, q$ ) menurut Cryer & Chan (2008) sebagai berikut:

$$S(\phi, \theta) = \sum_{t=2}^n a_t^2 \quad (2.14)$$

dimana

$$\begin{aligned} a_t = & Z_t - \phi_1 Z_{t-1} - \phi_2 Z_{t-2} - \dots - \phi_p Z_{t-p} \\ & + \theta_1 a_{t-1} + \theta_2 a_{t-2} + \dots + \theta_q a_{t-q} \end{aligned} \quad (2.15)$$

dengan  $a_p = a_{p-1} = \dots = a_{p+1-q} = 0$  dan selanjutnya meminimumkan  $S(\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p, \theta_1, \theta_2, \dots, \theta_q)$  secara numerik untuk mendapatkan estimasi *conditional least square* dari semua parameter. Parameter  $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_q$  berhubungan dengan model *invertible*, nilai *start-up*  $a_p, a_{p-1}, \dots, a_{p+1-q}$  akan memiliki pengaruh yang

sangat kecil pada hasil estimasi akhir parameter untuk sampel besar.

Parameter yang diestimasi kemudian harus diuji untuk mengetahui signifikansinya dalam model. Pengujian hipotesis untuk menguji signifikansi parameter berdasarkan Bowerman & O'Connell (1993) sebagai berikut:

$$H_0 : \theta = 0 \text{ (Parameter tidak signifikan)}$$

$$H_1 : \theta \neq 0 \text{ (Parameter signifikan)}$$

Statistik uji:

$$t = \frac{\hat{\theta}}{se(\hat{\theta})} \quad (2.16)$$

Statistik uji  $t$  tersebut kemudian dibandingkan dengan  $t_{\alpha/2, n-M}$ , dimana  $n$  adalah banyaknya pengamatan dan  $M$  adalah banyaknya parameter dari *order* AR( $p$ ) dan MA( $q$ ) ( $M = p + q$ ). Parameter dalam model signifikan apabila  $|t_{hitung}| > t_{\alpha/2, n-M}$ .

### 2.2.3 Diagnostic Checking

*Diagnostic checking* adalah melakukan pengecekan terhadap asumsi model setelah dilakukan estimasi parameter. Asumsi dasar yang harus dipenuhi residual data  $\{a_t\}$  adalah *white noise*. Pengujian hipotesis untuk menguji apakah residual data memenuhi asumsi *white noise* menurut Wei (2006) dikenal dengan uji *Ljung-Box*.

$$H_0 : \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_s = 0 \text{ (residual telah memenuhi asumsi } white \text{ noise)}$$

$$H_1 : \text{Minimal ada satu } \rho_k \neq 0, \text{ dengan } k = 1, 2, \dots, s \text{ (residual tidak memenuhi asumsi } white \text{ noise)}$$

Statistik uji:

$$Q = n(n+2) \sum_{k=1}^s \frac{\hat{\rho}_k^2}{n-k} \quad (2.17)$$

Statistik uji  $Q$  mengikuti aproksimasi distribusi  $\chi^2_{\alpha;(s-M)}$  dimana  $M = p + q$ , apabila statistik uji  $Q > \chi^2_{\alpha;(s-M)}$  maka tolak  $H_0$  yang berarti residual tidak memenuhi asumsi *white noise*.

Asumsi lain yang harus dipenuhi oleh residual data  $\{a_t\}$  adalah berdistribusi normal. Pengujian kenormalan residual data menurut Daniel (1989) dapat menggunakan uji *chi-square goodness of fit* atau yang lebih dikenal dengan uji *Kolmogorov-Smirnov* sebagai berikut:

$H_0 : F(x) = F_0(x)$  (residual berdistribusi normal)

$H_1 : F(x) \neq F_0(x)$  (residual tidak berdistribusi normal)

Statistik uji:

$$D = \sup_x |S(x) - F_0(x)| \quad (2.18)$$

Statistik uji  $D$  kemudian dibandingkan dengan  $D_{(1-\alpha,n)}$ , apabila  $D > D_{(1-\alpha,n)}$  maka tolak  $H_0$  yang berarti residual tidak berdistribusi normal.

## 2.2.4 Memilih Model Terbaik

Wei (2006) menjelaskan bahwa terdapat beberapa kriteria untuk memilih model terbaik, salah satunya adalah AIC (*Akaike's Information Criterion*). AIC digunakan untuk kriteria pemilihan model berdasarkan data *insample*. AIC didefinisikan sebagai berikut:

$$AIC(M) = n \ln \hat{\sigma}_a^2 + 2M \quad (2.19)$$

dimana  $n$  menunjukkan banyaknya pengamatan,  $\hat{\sigma}_a^2$  merupakan estimasi *maximum likelihood* dari varians residual  $\sigma_a^2$  dan  $M$  merupakan jumlah parameter yang ditaksir ( $p+q$ ).

Kriteria pemilihan model berdasarkan data *outsample* pada penelitian ini menggunakan sMAPE dan RMSE. sMAPE dan RMSE menurut Makridakis & Hibon (2000) didefinisikan sebagai berikut:

$$sMAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{|Z_t - \hat{Z}_t|}{(Z_t + \hat{Z}_t)/2}}{n} \times 100 \quad (2.20)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (Z_t - \hat{Z}_t)^2}{n}} \quad (2.21)$$

dimana  $Z_t$  adalah data *series* yang diamati dan  $\hat{Z}_t$  adalah nilai taksiran atau *fits* dari data.

### 2.3 Vector Autoregressive (VAR)

Wei (2006) menuliskan, data *time series* pada banyak studi terdiri atas pengamatan dari beberapa variabel. Model vektor *time series* digunakan untuk mendeskripsikan hubungan antara beberapa variabel *time series*. Model vektor *time series* dikenal dengan metode *vector autoregressive* (VAR).

#### 2.3.1 Analisis Korelasi Diantara Variabel

Korelasi merupakan sebuah ukuran kekuatan hubungan linier antara 2 variabel. Koefisien korelasi berada diantara nilai -1 sampai 1. Nilai koefisien yang mendekati nol menandakan hubungan linier antar kedua variabel sangat lemah, sedangkan nilai koefisien yang mendekati 1 atau -1 menandakan hubungan linier antar kedua variabel sangat kuat. Nilai koefisien yang positif menandakan hubungan linier yang positif, sedangkan nilai koefisien yang negatif menandakan hubungan linier yang negatif. Rumus perhitungan korelasi antar 2 variabel menurut Johnson dan Bhattacharyya (2010) dapat dituliskan sebagai berikut:

$$r = \frac{\sum_{t=1}^n (Z_{1,t} - \bar{Z}_1)(Z_{2,t} - \bar{Z}_2)}{\sqrt{\sum_{t=1}^n (Z_{1,t} - \bar{Z}_1)^2} \sqrt{\sum_{t=1}^n (Z_{2,t} - \bar{Z}_2)^2}} \quad (2.22)$$

dimana  $Z_{1,t}$  adalah data *series* pertama,  $Z_{2,t}$  adalah data *series* kedua,  $\bar{Z}_1$  adalah rata-rata data *series* pertama dan  $\bar{Z}_2$  adalah rata-rata data *series* kedua.

### 2.3.2 Identifikasi

Suatu *series*  $\mathbf{Z}_t = [Z_{1,t}, Z_{2,t}, \dots, Z_{m,t}]'$  adalah *m-dimensional jointly stationary real-valued vector process* apabila mean  $E(Z_{i,t}) = \mu_i$  konstan untuk masing-masing  $i = 1, 2, \dots, m$  dan kovarians silang antara  $Z_{i,t}$  dan  $Z_{j,s}$  untuk semua  $i = 1, 2, \dots, m$  dan  $j = 1, 2, \dots, m$  adalah fungsi yang hanya memiliki perbedaan waktu ( $s - t$ ). Wei (2006) menjelaskan bahwa proses *jointly* stasioner mengimplikasikan bahwa setiap proses komponen *univariate* adalah stasioner. Pengecekan stasioneritas data dalam metode VAR menggunakan *Matrix Autocorrelation Function* (MACF).

#### a. Matrix Autocorrelation Function (MACF)

Wei (2006) menjelaskan jika terdapat sebuah vektor *time series* dengan observasi sebanyak  $n$ , yaitu  $\mathbf{Z}_1, \mathbf{Z}_2, \dots, \mathbf{Z}_n$ , maka fungsi matriks korelasi sampelnya mengikuti persamaan sebagai berikut:

$$\hat{\mathbf{p}}(k) = [\hat{\rho}_{ij}(k)] \quad (2.23)$$

dimana  $\hat{\rho}_{ij}(k)$  merupakan korelasi silang sampel untuk komponen *series* ke- $i$  dan ke- $j$ .

$$\hat{\rho}_{ij}(k) = \frac{\sum_{t=1}^{n-k} (Z_{i,t} - \bar{Z}_i)(Z_{j,t-k} - \bar{Z}_j)}{\left[ \sum_{t=1}^n (Z_{i,t} - \bar{Z}_i)^2 \sum_{t=1}^n (Z_{j,t} - \bar{Z}_j)^2 \right]^{1/2}} \quad (2.24)$$

dan  $\bar{Z}_i$  dan  $\bar{Z}_j$  adalah rata-rata sampel dari komponen *series* yang bersesuaian. Pada *stationary vector process*  $\hat{\mathbf{p}}(k)$  adalah estimator yang konsisten dan secara asimtotik berdistribusi normal.



### b. *Matrix Partial Autocorrelation Function (MPACF)*

Heyse dan Wei dalam Wei (2006) mengembangkan definisi parsial autokorelasi *univariate* menjadi vektor *time series* dan memperoleh matriks korelasi antara  $\mathbf{Z}_t$  dan  $\mathbf{Z}_{t-s}$  setelah menghapus dependensi linear pada masing-masing vektor *intervening* yaitu  $\mathbf{Z}_{t-1}, \mathbf{Z}_{t-2}, \dots, \mathbf{Z}_{t-s-1}$ . Matriks korelasi didefinisikan sebagai korelasi antara vektor residual.

Matriks autokorelasi parsial seringkali dinotasikan dengan tanda  $[+]$ ,  $[-]$  dan  $[\cdot]$ . Tanda  $[+]$  menunjukkan bahwa nilai  $\hat{P}_{ij}(s)$  lebih dari  $2/\sqrt{n}$ . Tanda  $[-]$  menunjukkan kurang dari  $2/\sqrt{n}$ , sedangkan tanda  $[\cdot]$  menunjukkan bahwa nilai  $\hat{P}_{ij}(s)$  berada diantara  $\pm 2/\sqrt{n}$ . Persamaan matriks autokorelasi parsial pada lag  $s$ :

$$\mathbf{P}(s) = [\mathbf{D}_v(s)]^{-1} \mathbf{V}_{vu}(s) [\mathbf{D}_u(s)]^{-1} \quad (2.25)$$

dimana  $\mathbf{D}_v(s)$  adalah matriks diagonal yang mana elemen diagonal ke- $i$  adalah akar kuadrat dari elemen diagonal ke- $i$   $\mathbf{V}_v(s)$  dan  $\mathbf{D}_u(s)$  didefinisikan hampir sama untuk  $\mathbf{V}_u(s)$ .

$$\begin{aligned} \mathbf{V}_v(s) &= \text{var}(\mathbf{v}_{s-1,t}) = \Gamma(0) - \mathbf{b}'(s) [\mathbf{A}(s)]^{-1} \mathbf{b}(s) \\ &= \Gamma(0) - \boldsymbol{\beta}(s) \mathbf{b}(s) \end{aligned} \quad (2.26)$$

dan

$$\begin{aligned} \mathbf{V}_u(s) &= \text{var}(\mathbf{u}_{s-1,t-s}) = \Gamma(0) - \mathbf{c}'(s) [\mathbf{A}(s)]^{-1} \mathbf{c}(s) \\ &= \Gamma(0) - \boldsymbol{\alpha}(s) \mathbf{c}(s) \end{aligned} \quad (2.27)$$

sedangkan  $\mathbf{V}_{vu}(s)$  adalah kovarians antara  $\mathbf{v}_{s-1,t}$  dan  $\mathbf{u}_{s-1,t-s}$

$$\begin{aligned} \mathbf{V}_{vu}(s) &= \text{cov}(\mathbf{v}_{s-1,t}, \mathbf{u}_{s-1,t-s}) = E \left[ (\mathbf{Z}_t - \boldsymbol{\beta}(s) \mathbf{Z}_t(s)) (\mathbf{Z}_{t-s} - \boldsymbol{\alpha}(s) \mathbf{Z}_t(s))' \right] \\ &= \Gamma(s) - \mathbf{b}'(s) [\mathbf{A}(s)]^{-1} \mathbf{c}(s) \\ &= \Gamma(s) - \mathbf{b}'(s) \boldsymbol{\alpha}'(s) \end{aligned} \quad (2.28)$$

untuk memperoleh  $\mathbf{V}_v(s)$ ,  $\mathbf{V}_u(s)$  dan  $\mathbf{V}_{vu}(s)$  perlu bantuan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
\mathbf{A}(s) &= \begin{bmatrix} \Gamma(0) & \Gamma'(1) & \cdots & \Gamma'(s-2) \\ \Gamma(1) & \Gamma(0) & \cdots & \Gamma'(s-3) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \Gamma(s-2) & \Gamma(s-3) & \cdots & \Gamma(0) \end{bmatrix} \quad \mathbf{b}(s) = \begin{bmatrix} \Gamma'(s-1) \\ \Gamma'(s-2) \\ \vdots \\ \Gamma'(1) \end{bmatrix} \\
\mathbf{c}(s) &= \begin{bmatrix} \Gamma(1) \\ \Gamma(2) \\ \vdots \\ \Gamma(s-1) \end{bmatrix} \quad \boldsymbol{\alpha}'(s) = \begin{bmatrix} \alpha'_{s-1,1} \\ \alpha'_{s-1,2} \\ \vdots \\ \alpha'_{s-1,s-1} \end{bmatrix} \quad \boldsymbol{\beta}'(s) = \begin{bmatrix} \beta'_{s-1,s-1} \\ \beta'_{s-1,s-2} \\ \vdots \\ \beta'_{s-1,1} \end{bmatrix} \quad (2.29)
\end{aligned}$$

Matriks autokorelasi parsial digunakan karena merupakan matriks autokorelasi antara elemen  $\mathbf{Z}_t$  dan  $\mathbf{Z}_{t-s}$  setelah menghapus dependensi linear vektor pada  $\mathbf{Z}_{t-1}, \mathbf{Z}_{t-2}, \dots, \mathbf{Z}_{t-s-1}$ .  $\mathbf{P}(s)$  disebut fungsi dari  $s$ , matriks fungsi autokorelasi parsial.  $\mathbf{P}(s)$  dapat juga dinotasikan dengan  $\mathbf{P}(k)$ .

Matriks fungsi autokorelasi parsial sampel berdasarkan Wei (2006) didenotasikan sebagai  $\hat{\mathbf{P}}(s)$ . Elemen dari  $\hat{\mathbf{P}}(s)$  didenotasikan sebagai  $\hat{P}_{ij}(s)$ .

### 2.3.3 Estimasi Parameter

Tsay (2013) menuliskan, model umum proses VAR ( $p$ ) mengikuti persamaan sebagai berikut:

$$\mathbf{Z}_t = \boldsymbol{\Phi}_0 + \boldsymbol{\Phi}_1 \mathbf{Z}_{t-1} + \cdots + \boldsymbol{\Phi}_p \mathbf{Z}_{t-p} + \mathbf{a}_t \quad (2.30)$$

dimana elemen matriks

$$\begin{aligned}
\mathbf{Z}_t &= [Z_{1,t}, Z_{2,t}, \dots, Z_{m,t}]', \\
\boldsymbol{\Phi}_0 &= [\Phi_{0,1}, \Phi_{0,2}, \dots, \Phi_{0,m}]', \\
\boldsymbol{\Phi}_1 &= [\Phi_{1,1}, \Phi_{1,2}, \dots, \Phi_{1,m}]', \\
\boldsymbol{\Phi}_p &= [\Phi_{p,1}, \Phi_{p,2}, \dots, \Phi_{p,m}]', \\
\mathbf{Z}_{t-1} &= [Z_{1,t-1}, Z_{2,t-1}, \dots, Z_{m,t-1}]', \\
\mathbf{Z}_{t-p} &= [Z_{1,t-p}, Z_{2,t-p}, \dots, Z_{m,t-p}]', \\
\mathbf{a}_t &= [a_{1,t}, a_{2,t}, \dots, a_{m,t}]'
\end{aligned}$$

matriks varians kovarians dari  $\mathbf{a}_t$  adalah  $\Sigma_a$ , untuk melakukan estimasi dapat dituliskan kembali model VAR( $p$ ) sebagai berikut:

$$\mathbf{Z}'_t = \mathbf{X}'_t \Phi + \mathbf{a}'_t \quad (2.31)$$

dimana matriks  $\mathbf{X}_t = (1, \mathbf{Z}'_{t-1}, \dots, \mathbf{Z}'_{t-p})'$  dan  $\Phi' = (\Phi_0, \Phi_1, \dots, \Phi_p)$ . Data selanjutnya dapat ditulis dengan persamaan baru sebagai berikut:

$$\mathbf{Z} = \mathbf{X}\Phi + \mathbf{A} \quad (2.32)$$

dengan  $\mathbf{Z}$  pada persamaan (2.32) adalah matriks berukuran  $m \times n$ .  $\mathbf{X}$  adalah matriks berukuran  $((mp+1) \times n)$  dan  $\mathbf{A}$  adalah matriks berukuran  $(m \times n)$ . Asumsikan bahwa  $\mathbf{a}_t$  pada model VAR( $p$ ) mengikuti distribusi *multivariate* normal. Fungsi  $S(\Phi)$  berdasarkan Tsay (2013) dituliskan dalam persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} S(\Phi) &= tr[(\mathbf{Z} - \mathbf{X}\Phi)\Sigma_a^{-1}(\mathbf{Z} - \mathbf{X}\Phi)'] \\ &= vec(\mathbf{Z})'(\Sigma_a^{-1} \otimes \mathbf{I}_{n-p})vec(\mathbf{Z}) - 2vec(\Phi)'(\Sigma_a^{-1} \otimes \mathbf{X}') \\ &\quad vec(\mathbf{Z}) + vec(\Phi)'(\Sigma_a^{-1} \otimes \mathbf{X}'\mathbf{X})vec(\Phi) \end{aligned} \quad (2.33)$$

Estimasi parameter dengan metode *least square* menurut Tsay (2013) diperoleh dengan meminimumkan  $S(\Phi)$ . Persamaan (2.33) kemudian diturunkan terhadap  $vec(\Phi)$  diperoleh

$$\frac{\partial S(\Phi)}{\partial vec(\Phi)} = -2(\Sigma_a^{-1} \otimes \mathbf{X}')vec(\mathbf{Z}) + 2(\Sigma_a^{-1} \otimes \mathbf{X}'\mathbf{X})vec(\Phi) \quad (2.34)$$

Persamaan (2.34) kemudian disamadengankan nol menjadi

$$(\Sigma_a^{-1} \otimes \mathbf{X}'\mathbf{X})vec(\hat{\Phi}) = (\Sigma_a^{-1} \otimes \mathbf{X}')vec(\mathbf{Z}) \quad (2.35)$$

Penyelesaian persamaan (2.35) menghasilkan rumus estimasi parameter model VAR( $p$ ) sebagai berikut:

$$\hat{\Phi} = (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}(\mathbf{X}'\mathbf{Z}) \quad (2.36)$$

Parameter yang diestimasi kemudian harus diuji untuk mengetahui signifikansinya dalam model. Pengujian hipotesis berdasarkan Box, Jenkins & Reinsel (2008) untuk menguji signifikansi parameter dikenal dengan *likelihood ratio test*.

$$H_0 : \Phi_p = 0$$

$$H_1 : \Phi_p \neq 0$$

Statistik uji:

$$M_p = - \left( n - pm - 1 - \frac{1}{2} \right) \ln \left[ \frac{|S_p|}{|S_{p-1}|} \right] \quad (2.37)$$

dimana

$$S_p = \sum_{t=p+1}^n (Z_t - \hat{\Phi}_0 - \hat{\Phi}_1 Z_{t-1} - \dots - \hat{\Phi}_{p-1} Z_{t-p}) \times (Z_t - \hat{\Phi}_0 - \hat{\Phi}_1 Z_{t-1} - \dots - \hat{\Phi}_{p-1} Z_{t-p})'$$

$$S_{p-1} = \sum_{t=p+1}^n (Z_t - \hat{\tau} - \hat{\Phi}_1 Z_{t-1} - \dots - \hat{\Phi}_{p-1} Z_{t-p+1}) \times (Z_t - \hat{\tau} - \hat{\Phi}_1 Z_{t-1} - \dots - \hat{\Phi}_{p-1} Z_{t-p+1})'$$

Keterangan:

$n$  = Banyaknya pengamatan yang digunakan

$p$  = Banyaknya parameter

$m$  = Banyaknya variabel

$S_p$  = Matriks residual *sum-of-squares* dari model AR order  $p$

$S_{p-1}$  = Matriks residual *sum-of-squares* dari model AR order  $p-1$

Statistik uji  $M_p$  mempunyai distribusi *chi-square* dengan derajat bebas  $m^2$ . Parameter dalam model signifikan apabila  $M_p > \chi_{m^2}^2$ .

### 2.3.4 Diagnostic Checking

*Diagnostic checking* adalah melakukan pengecekan terhadap asumsi model setelah dilakukan estimasi parameter. Asumsi dasar yang harus dipenuhi residual data  $\{a_t\}$  adalah *white noise*. Pengujian Portmanteau berdasarkan Tsay (2013) sebagai berikut:

$H_0$  :  $\mathbf{R}_1 = \dots = \mathbf{R}_s = \mathbf{0}$  (residual telah memenuhi asumsi *multivariate white noise*)

$H_1$  : Minimal ada satu  $\mathbf{R}_k \neq \mathbf{0}$  dengan  $k = 1, 2, \dots, s$ , (residual tidak memenuhi asumsi *multivariate white noise*)

Statistik uji:

$$Q_m(s) = n^2 \sum_{k=1}^s \frac{1}{n-k} \text{tr}(\hat{\mathbf{R}}_k' \hat{\mathbf{R}}_0^{-1} \hat{\mathbf{R}}_k \hat{\mathbf{R}}_0^{-1}) \quad (2.38)$$

dimana  $\hat{\mathbf{R}}_k$  adalah matriks korelasi silang residual *series* lag ke- $k$  dan  $\hat{\mathbf{R}}_0$  adalah matriks korelasi residual.  $\hat{\mathbf{R}}_k$  didefinisikan sebagai berikut:

$$\hat{\mathbf{R}}_k = \hat{\mathbf{D}}^{-1} \hat{\mathbf{C}}_k \hat{\mathbf{D}}^{-1} \quad (2.39)$$

dimana  $\hat{\mathbf{D}}$  adalah matriks diagonal standar error residual *series*, sehingga  $\hat{\mathbf{D}} = \sqrt{\text{diag}(\hat{\mathbf{C}}_0)}$  dan  $\hat{\mathbf{C}}_0 = \hat{\Sigma}_a$  adalah matriks kovarians residual.  $\hat{\mathbf{C}}_k$  adalah matriks kovarians silang residual lag ke- $k$ . Statistik uji  $Q_m(s)$  secara asimtotik mengikuti seperti distribusi *chi-square*. Residual data belum memenuhi asumsi *multivariate white noise* apabila  $Q_m(s) > \chi_{(s-p)m^2}^2$ .

Asumsi lain yang harus dipenuhi oleh residual data  $\{\mathbf{a}_t\}$  adalah berdistribusi *multivariate* normal. Pengujian kenormalan residual data berdasarkan Johnson & Winchern (2002) dapat menggunakan uji *multivariate* normal yang langkah-langkahnya dijelaskan sebagai berikut:

$H_0$  : Residual berdistribusi *multivariate* normal

$H_1$  : Residual tidak berdistribusi *multivariate* normal

Statistik uji :

$$d_t^2 = ((\mathbf{a} - \bar{\mathbf{a}})' \mathbf{S}^{-1} (\mathbf{a} - \bar{\mathbf{a}})) \quad (2.40)$$

Keterangan:

- a** = Residual setiap pengamatan dalam keadaan vektor kolom  
 **$\bar{\mathbf{a}}$**  = Vektor rata-rata residual setiap kolom  
**S** = Matriks varians kovarians sampel dari residual

Residual dikatakan memenuhi asumsi distribusi *multivariate* normal jika 50% nilai  $d_t^2 \leq \chi_{m;0,5}^2$ .

### 2.3.5 Memilih Model Terbaik

Ada beberapa kriteria dalam Wei (2006) untuk memilih model terbaik. Salah satunya adalah AIC (*Akaike's Information Criterion*). AIC digunakan untuk kriteria pemilihan model berdasarkan data *insample*. AIC didefinisikan sebagai berikut:

$$AIC(p) = \ln|\mathbf{S}_p| + \frac{2pm^2}{n} \quad (2.41)$$

## 2.4 Deteksi *Outlier*

Wei (2006) menjelaskan bahwa observasi *time series* terkadang dipengaruhi oleh kejadian *interruptive*. Konsekuensi dari kejadian *interruptive* ini membuat *spurious observation* yang tidak konsisten dengan *series* yang lain. Observasi seperti itu biasanya diidentifikasi sebagai *outlier*. Dalam prakteknya, seringkali waktu kejadian *interruptive* tidak diketahui. *Outlier* diketahui menimbulkan kerusakan pada analisis data dan membuat hasil kesimpulan tidak reliabel atau bahkan tidak valid. Deteksi *outlier* pada *time series* pertama kali dipelajari oleh Fox dimana dua model statistika, *additive* dan *innovational* diperkenalkan.

Anggap proses stasioner dengan *mean nol*.  $Z_t$  adalah *series* observasi dan  $Y_t$  menjadi *series* yang bebas *outlier*. Asumsikan  $Y_t$  mengikuti bentuk ARMA ( $p, q$ ).

$$\phi(B)Y_t = \theta(B)a_t \quad (2.42)$$

dimana  $\phi(B) = 1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p$  dan

$$\theta(B) = 1 - \theta_1 B - \dots - \theta_q B^q$$

adalah stasioner dan  $\{a_t\}$  adalah *white noise*, identik dan independen distribusinya mengikuti  $N(0, \sigma_a^2)$ . Model *additive outlier* didefinisikan sebagai berikut:

$$Z_t = \begin{cases} Y_t, t \neq T \\ Y_t + \omega, t = T \end{cases} \quad (2.43)$$

$$\begin{aligned} &= Y_t + \omega I_t^{(T)} \\ &= \frac{\theta(B)}{\phi(B)} a_t + \omega I_t^{(T)} \end{aligned} \quad (2.44)$$

dimana

$$I_t^{(T)} = \begin{cases} 1, t = T \\ 0, t \neq T \end{cases}$$

adalah indikator variabel yang menjelaskan ada atau tidaknya *outlier* pada waktu  $T$ . Model *innovational outlier* (IO):

$$Z_t = Y_t + \frac{\theta(B)}{\phi(B)} \omega I_t^{(T)} \quad (2.45)$$

$$= \frac{\theta(B)}{\phi(B)} (a_t + \omega I_t^{(T)}) \quad (2.46)$$

*Additive outlier* hanya mempengaruhi observasi ke- $T$ ,  $Z_T$ , sedangkan *innovational outlier* mempengaruhi semua observasi  $Z_T, Z_{T+1}, \dots$ , melebihi waktu  $T$  sepanjang sistem yang dijelaskan oleh  $\theta(B) / \phi(B)$ .

Lebih umumnya, *time series* mungkin terdapat beberapa, katakan  $k$  *outlier* dengan tipe berbeda. Sehingga model umum *outlier* mengikuti persamaan sebagai berikut:

$$Z_t = \sum_{j=1}^k \omega_j v_j(B) I_t^{(T)} + Y_t \quad (2.47)$$

dimana  $Y_t = (\theta(B) / \phi(B)) a_t$ ,  $V_j(B) = 1$  untuk AO dan  $V_j(B) = \theta(B) / \phi(B)$  untuk IO pada waktu  $t = T_j$ .

## 2.5 Peta Kendali $T^2$ Hotteling

Peta kendali  $T^2$  Hotteling sangat umum digunakan untuk monitoring proses secara *multivariate*. Peta kendali  $T^2$  Hotteling berdasarkan Cheng, Hsieh & Yang (2011) juga sangat populer digunakan untuk monitoring data *series multivariate* yang berkorelasi dalam model *Vector Autoregressive* (VAR). Statistik  $T^2$  Hotteling berdasarkan Montgomery (2009) untuk *individual observations* sebagai berikut:

$$T^2 = (\mathbf{a} - \bar{\mathbf{a}})' \mathbf{S}^{-1} (\mathbf{a} - \bar{\mathbf{a}}) \quad (2.48)$$

dimana  $\bar{\mathbf{a}}$  adalah *sample mean vector* residual dan  $\mathbf{S}$  adalah matriks varians kovarians residual sampel. Komponen vektor  $\bar{\mathbf{a}}$  dan matriks  $\mathbf{S}$  dituliskan sebagai berikut:

$$\bar{\mathbf{a}} = \begin{bmatrix} \bar{a}_1 \\ \bar{a}_2 \\ \vdots \\ \bar{a}_m \end{bmatrix} \text{ dan } \mathbf{S} = \begin{bmatrix} s_1^2 & s_{12} & s_{13} & \cdots & s_{1m} \\ & s_2^2 & s_{23} & \cdots & s_{2m} \\ & & s_3^2 & & s_{3m} \\ & & & \ddots & \vdots \\ & & & & s_m^2 \end{bmatrix} \quad (2.49)$$

Ketika ukuran sampel  $n$  adalah besar, katakanlah  $n > 100$  maka aproksimasi batas kendali ditunjukkan oleh persamaan dibawah ini.

$$UCL = \frac{m(n-1)}{n-m} F_{\alpha, m, n-m} \text{ dan } LCL = 0 \quad (2.50)$$

dimana  $n$  adalah banyaknya pengamatan dan  $m$  adalah banyaknya variabel yang digunakan dalam penelitian.

## 2.6 Indeks Sektoral

Indeks sektoral berdasarkan BEI (2010b) adalah sub indeks dari IHSG. Semua emiten yang tercatat di BEI diklasifikasikan kedalam sembilan sektor menurut klasifikasi industri yang telah ditetapkan BEI. Kesembilan sektor tersebut adalah:



1. Sektor-sektor Primer (Ekstraktif)
  - Sektor 1 : Pertanian
  - Sektor 2 : Pertambangan
2. Sektor-sektor Sekunder (Industri Pengolahan / Manufaktur)
  - Sektor 3 : Industri Dasar dan Kimia
  - Sektor 4 : Aneka Industri
  - Sektor 5 : Industri Barang Konsumsi
3. Sektor-sektor Tersier (Industri Jasa / Non-manufaktur)
  - Sektor 6 : Properti dan *Real Estate*
  - Sektor 7 : Transportasi dan Infrastruktur
  - Sektor 8 : Keuangan
  - Sektor 9 : Perdagangan, Jasa dan Investasi

Selain sembilan sektor tersebut diatas, BEI juga menghitung Indeks Industri Manufaktur (Industri Pengolahan) yang merupakan gabungan dari emiten-emiten yang terklasifikasikan dalam sektor 3, sektor 4 dan sektor 5. Indeks sektoral diperkenalkan pada tanggal 2 Januari 1996 dengan nilai awal indeks adalah 100 untuk setiap sektor dan menggunakan hari dasar tanggal 28 Desember 1995.

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Sumber Data

Data yang akan digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah data sekunder tentang harga saham perusahaan-perusahaan pertambangan emas. Data harga saham tersebut diambil dari *web-site* <http://finance.yahoo.com/>. Data yang digunakan merupakan data harian pada saat harga penutupan periode 19 Juni 2015 – Maret 2016 untuk MDKA dan Januari 2013 – Maret 2016 untuk AN TM dan PSAB. Data dibagi menjadi *insample* dan *outsample*. Pada variabel MDKA, data *insample* adalah 19 Juni 2015 – 3 Februari 2016 sedangkan data *outsample* adalah 4 Februari 2016 – 31 Maret 2016. Pada variabel ANTM dan PSAB, data *insample* adalah 1 Januari 2013 – 7 Agustus 2015 sedangkan data *outsample* adalah 10 Agustus 2015 – 31 Maret 2016.

### 3.2 Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah harga saham tiga perusahaan pertambangan emas di Indonesia. Struktur data harga saham tersebut ditunjukkan pada Tabel 3.1 sebagai berikut:

**Tabel 3.1** Struktur Data

$t$	Tanggal	$Z_{1,t}$	Tanggal	$Z_{2,t}$	$Z_{3,t}$
1	19 Juni 2015	$Z_{1,1}$	1 Januari 2013	$Z_{2,1}$	$Z_{3,1}$
2	22 Juni 2015	$Z_{1,2}$	2 Januari 2013	$Z_{2,2}$	$Z_{3,2}$
3	23 Juni 2015	$Z_{1,3}$	3 Januari 2013	$Z_{2,3}$	$Z_{3,3}$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
$n$	31 Maret 2016	$Z_{1,n}$	31 Maret 2016	$Z_{2,n}$	$Z_{3,n}$

Keterangan:

$Z_{1,t}$  = Harga Saham PT. Merdeka *Copper Gold* Tbk (MDKA)

$Z_{2,t}$  = Harga Saham PT. Aneka Tambang (Persero) Tbk (ANTM)

$Z_{3,t}$  = Harga Saham PT. *J Resources Asia Pasific* Tbk (PSAB)

### 3.3 Langkah Analisis

Langkah-langkah yang dilakukan dalam menganalisis data dijelaskan sebagai berikut:

#### 1. Mengumpulkan data

Data diperoleh dari *website* <http://finance.yahoo.com/>. Data MDKA, ANTM dan PSAB diperoleh berturut-turut dengan mencari kata kunci MDKA.JK, ANTM.JK dan PSAB.JK satu per satu. Setelah masuk pada halaman saham yang diinginkan, selanjutnya mencari *historical price* dan memilih periode waktu yang digunakan dalam penelitian. Data harga saham kemudian dapat diunduh dalam format *Microsoft excel*. Data harga saham yang sudah diunduh kemudian harus diurutkan terlebih dahulu mulai tanggal terlama hingga terbaru, selain itu dilakukan pengecekan kelengkapan data. Pada penelitian ini data pada hari Sabtu dan Minggu tidak ada karena bukan merupakan hari efektif perdagangan saham.

#### 2. Mendeskripsikan karakteristik data

Karakteristik data harga saham MDKA, ANTM dan PSAB dilihat dari masing-masing nilai *mean*, *varians*, nilai minimum, nilai maksimum, kurtosis dan *skewness*. Nilai *mean* digunakan untuk melihat rata-rata harga saham. Nilai *varians* digunakan untuk melihat persebaran data harga saham. Nilai minimum digunakan untuk mengetahui harga saham terendah. Nilai maksimum digunakan untuk mengetahui harga saham tertinggi. Kurtosis digunakan untuk melihat kelancipan distribusi data harga saham dan *skewness* digunakan untuk melihat derajat kemiringan data harga saham. Karakteristik data ketiga harga saham secara grafis dapat dilihat dari *time series plot*. Karakteristik lain yang dibahas adalah mengenai rata-rata *return* saham.

#### 3. Membagi data menjadi *insample* dan *outsample*

Masing-masing data saham MDKA, ANTM dan PSAB dibagi menjadi *insample* dan *outsample*. Data *insample* digunakan untuk membuat model (tahap identifikasi – tahap pengujian asumsi residual) sedangkan data *outsample* digunakan untuk validasi model (tahap pemilihan model terbaik).

4. Analisis data harga saham MDKA menggunakan metode *time series univariate* (ARIMA)

a. Membuat *time series plot*

*Time series plot* digunakan untuk melihat pola harga saham MDKA selama periode waktu yang digunakan dalam penelitian. *Time series plot* dapat membantu proses analisis untuk melihat apakah terdapat pola *trend*, musiman atau karakteristik data yang lain.

b. Pengecekan stasioneritas data

Syarat stasioneritas data ada dua yaitu stasioner dalam varians dan *mean*. Hal pertama yang dilakukan adalah melakukan pengecekan stasioneritas dalam varians dengan melihat *Box-Cox plot*. Data dikatakan stasioner dalam varians apabila nilai  $\lambda$  yang ditunjukkan pada *Box-Cox plot* sama dengan 1 atau nilai batas atas dan batas bawah telah melewati angka 1. Data yang belum stasioner dalam varians selanjutnya dilakukan transformasi. Transformasi dilakukan dengan menggunakan persamaan 2.1 atau melihat rumus pada Tabel 2.1 jika nilai  $\lambda$  sesuai dengan tabel tersebut. Apabila data sudah stasioner dalam varians maka dilanjutkan pengecekan stasioneritas dalam *mean*. Pengecekan stasioneritas dalam *mean* dilakukan dengan melihat plot ACF. Data dikatakan stasioner dalam *mean* apabila pola ACF turun cepat dan sebaliknya, apabila pola ACF turun lambat maka data belum stasioner dalam *mean*. Data yang belum stasioner dalam *mean* kemudian dilakukan *differencing*. Data hasil *differencing* kemudian dicek kembali dengan melihat *time series plot* untuk melihat perubahan pola data.

c. Identifikasi model menggunakan plot ACF dan PACF

Langkah selanjutnya adalah membuat plot ACF dan PACF. Teori umum untuk ACF dan PACF pada Tabel 2.2 dapat digunakan untuk menduga model ARIMA yang sesuai. Lag-lag yang keluar pada plot PACF digunakan untuk menduga *order* model AR, sedangkan lag-lag yang keluar pada plot ACF digunakan untuk menduga *order* model MA.

- d. Melakukan penaksiran dan pengujian signifikansi parameter  
*Order* yang didapatkan dari plot ACF dan PACF kemudian digunakan untuk membentuk model dan dilakukan penaksiran parameter dalam model tersebut. Penaksiran parameter dilakukan dengan metode estimasi *conditional least square*. Parameter model AR adalah  $\phi$  sedangkan parameter model MA adalah  $\theta$ . Taksiran parameter yang diperoleh selanjutnya diuji signifikansinya dalam model menggunakan statistik uji yang dapat dilihat pada persamaan 2.18.
- e. Melakukan pengujian asumsi residual  
 Asumsi residual data yang harus dipenuhi adalah *white noise* dan berdistribusi normal. Pengujian asumsi residual *white noise* dilakukan dengan uji *portmanteau lack of fit* (*Ljung-Box*) sedangkan pengujian asumsi residual berdistribusi normal dilakukan dengan uji *Kolmogorov-Smirnov*. Nilai statistik uji *Ljung-Box* dan *Kolmogorov Smirnov* dapat diperoleh menggunakan persamaan 2.19 dan 2.20. Apabila residual data tidak memenuhi asumsi tersebut maka dilakukan deteksi *outlier*. *Outlier* yang ditemukan pada residual selanjutnya dimasukkan dalam model dugaan ARIMA dan diperiksa kembali signifikansi parameter dan asumsi residualnya. Model dengan unsur *outlier* yang memenuhi signifikansi parameter dan asumsi residual kemudian menjadi model ARIMAX. Apabila setelah memasukkan *outlier* ke dalam model residual tetap tidak berdistribusi normal, maka dilakukan pemeriksaan terhadap histogram residual data.
- f. Melakukan pemilihan model terbaik  
 Model-model yang sudah memenuhi syarat signifikansi parameter dan asumsi residual kemudian dipilih yang terbaik menggunakan kriteria kebaikan model yang sudah ditentukan. Model terbaik dari data *insample* dapat dilihat dari nilai AIC yang dapat diperoleh dari persamaan 2.21. Langkah selanjutnya adalah memilih model terbaik berdasarkan data *outsample*. Model yang sudah memenuhi syarat kemudian

masing-masing digunakan untuk meramalkan sebanyak data *outsample* sehingga diperoleh nilai *fits outsample*. Model terbaik berdasarkan data *outsample* dilihat dengan menghitung nilai sMAPE dan RMSE yang dapat diperoleh dari persamaan 2.22 dan 2.23. Model yang memiliki nilai kriteria kebaikan model terkecil adalah model yang terbaik. Apabila kriteria kebaikan untuk data *insample* dan data *outsample* menghasilkan pilihan model yang berbeda maka model yang dipilih adalah model dari kriteria *outsample*.

- g. Menulis model ARIMA dan melakukan peramalan  
Model yang paling baik kemudian dituliskan kedalam persamaan. Persamaan yang diperoleh dapat digunakan untuk meramalkan data harga saham MDKA beberapa periode kedepan. Proses peramalan dilakukan dengan menggunakan keseluruhan data harga saham MDKA. Data aktual, *fits*, hasil ramalan, batas atas dan batas bawah ramalan selanjutnya diplotkan untuk mendapatkan grafik yang dapat digunakan untuk melihat kedekatan antara data aktual dengan hasil ramalannya.
  - h. Membuat kesimpulan  
Model dan hasil ramalan data harga saham MDKA selanjutnya disimpulkan apakah mendekati harga aktual atau tidak.
5. Analisis data harga saham ANTM dan PSAB menggunakan metode VAR
- a. Menghitung korelasi antar variabel  
Ada tidaknya hubungan linier antara harga saham ANTM dan harga saham PSAB dapat diketahui dengan menghitung matriks korelasi.
  - b. Membuat *time series plot*  
*Time series plot* digunakan untuk melihat pola harga saham ANTM dan PSAB selama periode waktu yang digunakan dalam penelitian. *Time series plot* dapat membantu proses analisis untuk melihat apakah terdapat pola *trend*, musiman atau karakteristik data yang lain.

c. Pengecekan stasioneritas data ANTM dan PSAB

Syarat stasioneritas data ada dua yaitu stasioner dalam varians dan *mean*. Hal pertama yang harus dilakukan adalah melakukan pengecekan stasioneritas dalam varians dengan melihat *Box-Cox plot*. Data dikatakan stasioner dalam varians apabila nilai  $\lambda$  yang ditunjukkan pada *Box-Cox plot* sama dengan 1 atau nilai batas atas dan batas bawah telah melewati angka 1. Data yang belum stasioner dalam varians selanjutnya dilakukan transformasi. Transformasi dilakukan dengan menggunakan persamaan 2.1 atau melihat rumus pada Tabel 2.1 jika nilai  $\lambda$  sesuai dengan tabel tersebut. Apabila data sudah stasioner dalam varians maka dilanjutkan pengecekan stasioneritas dalam *mean*. Data yang belum stasioner dalam *mean* maka dilakukan *differencing*. Pengecekan stasioneritas dalam *mean* dilakukan dengan melihat plot MACF. Data yang belum stasioner dalam *mean* kemudian dilakukan *differencing*.

d. Identifikasi model menggunakan plot MPACF

Model awal VAR diduga dengan melihat lag yang signifikan pada plot MPACF. Lag yang memuat nilai AIC terkecil digunakan sebagai penentuan *order* pada model VAR.

e. Melakukan penaksiran dan pengujian signifikansi parameter

*Order* yang didapatkan dari plot MPACF kemudian digunakan untuk membentuk model dan dilakukan penaksiran parameter dalam model tersebut. Penaksiran parameter model-model yang mungkin digunakan dilakukan dengan metode estimasi *least square*. Taksiran parameter yang diperoleh kemudian diuji signifikansinya dalam model menggunakan uji *likelihood ratio*, dengan statistik uji yang dapat dilihat pada persamaan 2.40.

f. Melakukan pengujian asumsi residual

Asumsi yang harus dipenuhi residual adalah *white noise* dan berdistribusi normal *multivariate*. Pengujian asumsi residual *white noise* dilakukan dengan uji *multivariate port-*

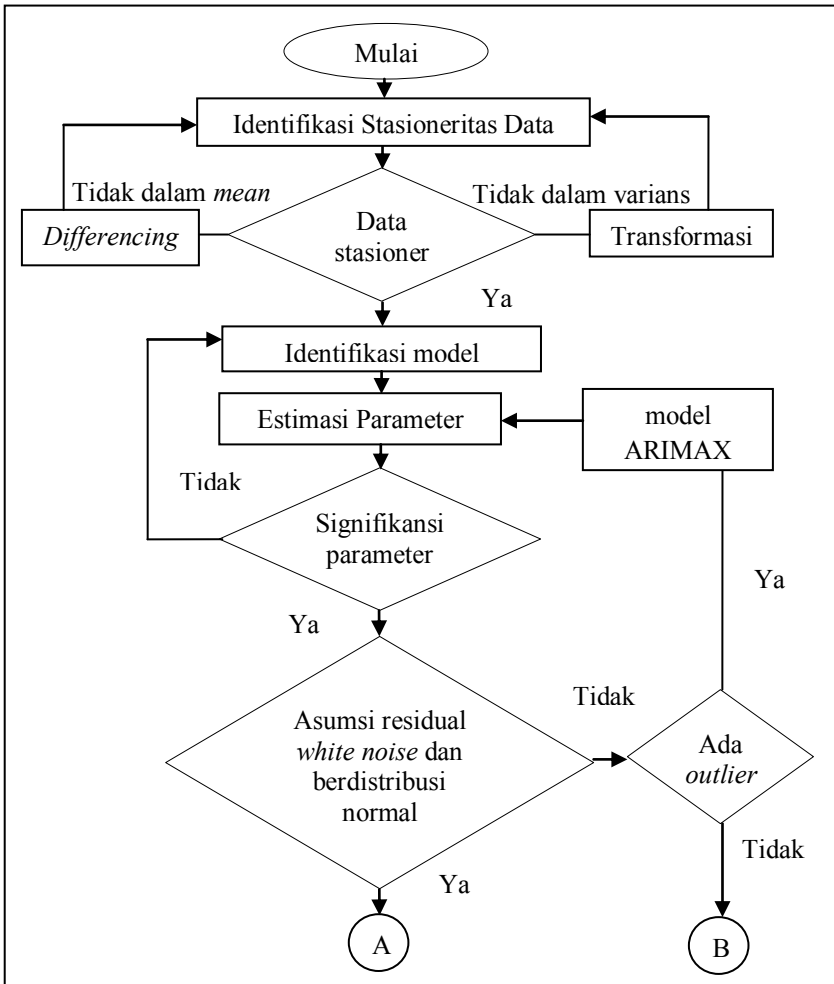


*manteau* sedangkan pengujian asumsi residual berdistribusi normal dilakukan dengan uji *multivariate* normal. Statistik uji *multivariate portmanteau* dan *multivariate* normal dapat diperoleh menggunakan persamaan 2.41 dan 2.43. Apabila residual data tidak memenuhi asumsi tersebut maka dilakukan deteksi *outlier* menggunakan peta kendali  $T^2$  Hotelling. *Outlier* yang ditemukan pada residual selanjutnya dimasukkan dalam model dugaan VAR dan diperiksa kembali signifikansi parameter dan asumsi residualnya. Model dengan unsur *outlier* yang memenuhi signifikansi parameter dan asumsi residual kemudian menjadi model VARX.

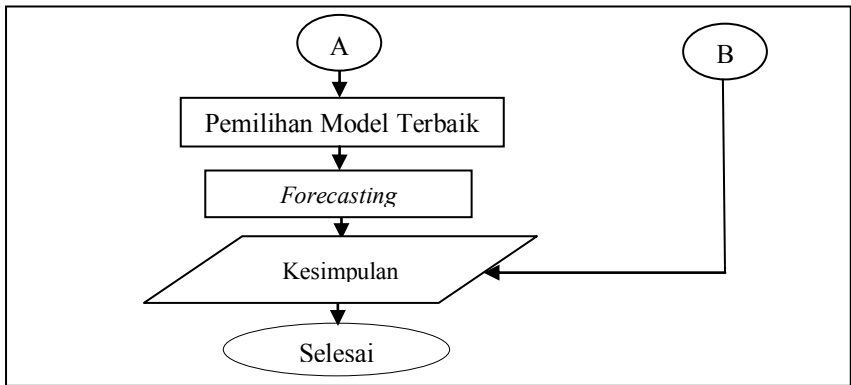
- g. Menulis model VAR dan melakukan peramalan  
Model yang diperoleh kemudian dituliskan kedalam persamaan. Persamaan yang diperoleh dapat digunakan untuk meramalkan data harga saham ANTM dan PSAB periode kedepan. Proses peramalan dilakukan dengan menggunakan keseluruhan data harga saham ANTM dan PSAB. Data aktual, *fits*, hasil ramalan, batas atas dan batas bawah ramalan selanjutnya diplotkan untuk mendapatkan grafik yang dapat digunakan untuk melihat kedekatan antara data aktual dengan hasil ramalannya.
- i. Membuat kesimpulan  
Model dan hasil ramalan data saham ANTM dan PSAB selanjutnya disimpulkan apakah mendekati harga aktual atau tidak.

### 3.4 Diagram Alir

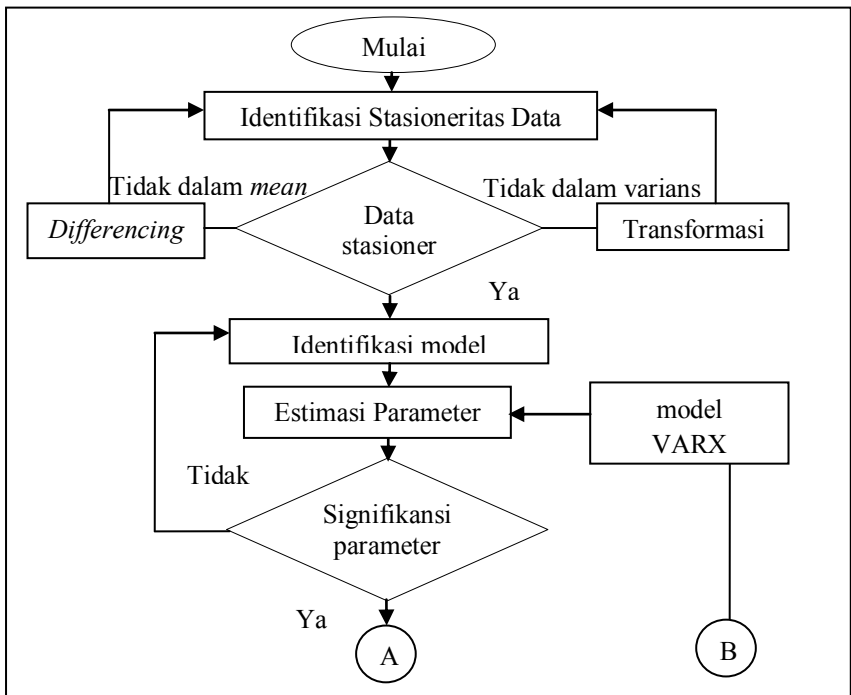
Diagram alir berdasarkan langkah analisis yang akan dilakukan menggunakan metode ARIMA dan VAR dapat digambarkan sebagai berikut:



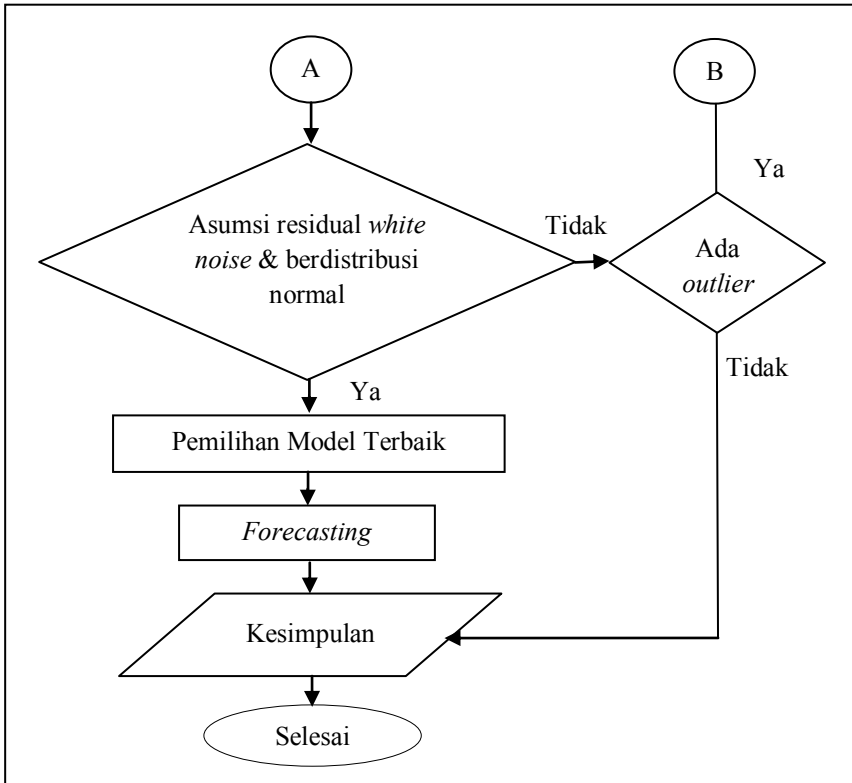
**Gambar 3.1** Diagram Alir Metode ARIMA



**Gambar 3.1 (Lanjutan)** Diagram Alir Metode ARIMA



**Gambar 3.2** Diagram Alir Metode VAR



**Gambar 3.2** (Lanjutan) Diagram Alir Metode VAR

## BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dibahas hasil analisis mengenai statistika deskriptif serta peramalan metode ARIMA dan VAR dari data harga saham perusahaan pertambangan emas di Indonesia.

### 4.1 Karakteristik Harga Saham MDKA, ANTM dan PSAB

Karakteristik dari ketiga harga saham perusahaan pertambangan emas di Indonesia dapat dilihat dengan menggunakan statistika deskriptif pada Tabel 4.1.

**Tabel 4.1** Karakteristik Harga Saham MDKA, ANTM dan PSAB

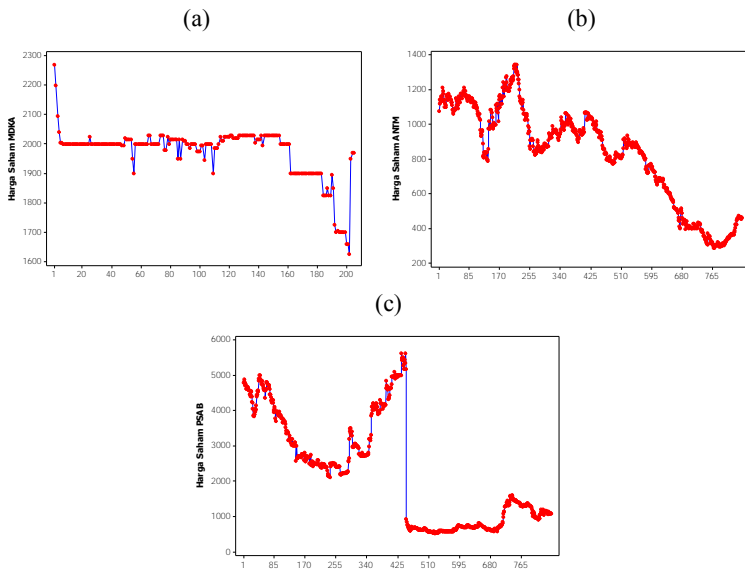
Variabel	<i>Mean</i>	Standar Deviasi	Min	Maks	Kurtosis	<i>Skewness</i>
MDKA	1972.80	87.20	1625.00	2270.00	4.87	-1.78
ANTM	830.71	282.78	287.00	1343.96	-0.89	-0.49
PSAB	2260.40	1525.50	525.00	5625.00	-1.17	0.45

Tabel 4.1 menunjukkan bahwa rata-rata harga saham emiten MDKA selama periode 19 Juni 2015 – Maret 2016 adalah sebesar 1972.80. Persebaran data harga saham MDKA tidak terlalu beragam jika dilihat dari nilai standar deviasi. *Range* harga saham MDKA juga tidak terlalu jauh yaitu sebesar 645. *Range* harga ini menunjukkan bahwa persebaran harga saham MDKA selama *listing* di BEI memang tidak terlalu berfluktuatif. Data harga saham MDKA memiliki nilai *skewness* negatif. Nilai *skewness* negatif menunjukkan distribusi data yang cenderung miring ke kiri. Artinya, sebagian besar data memiliki nilai diatas rata-rata. Nilai kurtosis digunakan untuk melihat kelancipan distribusi data. Saham MDKA memiliki bentuk distribusi data yang lebih lancip dari kurva normal (keadaan leptokurtik) karena menghasilkan nilai kurtosis yang positif.

Rata-rata harga saham ANTM dan PSAB selama periode Januari 2013 – Maret 2016 berturut-turut adalah sebesar 830.71 dan 2260.40, dengan persebaran data keduanya cukup beragam dilihat dari nilai standar deviasi. PSAB memiliki rata-rata harga

dan keragaman yang lebih besar dibandingkan ANTM. *Range* harga saham emiten PSAB cukup besar yaitu mencapai 5100, sedangkan *range* harga saham ANTM mencapai  $\pm 1057$ . *Range* harga tersebut menunjukkan bahwa fluktuasi harga saham PSAB mungkin lebih tinggi jika dibandingkan dengan ANTM. Saham ANTM menghasilkan nilai *skewness* dan kurtosis negatif yang berarti saham ANTM memiliki distribusi data cenderung miring ke kiri (sebagian besar data memiliki nilai diatas rata-rata) dan bentuk distribusi data yang lebih landai dari kurva normal (keadaan platikurtik). Sedangkan saham PSAB menghasilkan nilai *skewness* positif dan kurtosis negatif yang berarti saham PSAB memiliki distribusi data yang cenderung miring ke kanan (sebagian besar data memiliki nilai dibawah rata-rata) dan bentuk distribusi data yang lebih landai dari kurva normal (keadaan platikurtik).

Karakteristik pergerakan harga saham MDKA, ANTM dan PSAB selama periode waktu yang diamati juga dapat dilihat melalui *time series plot* pada Gambar 4.1.

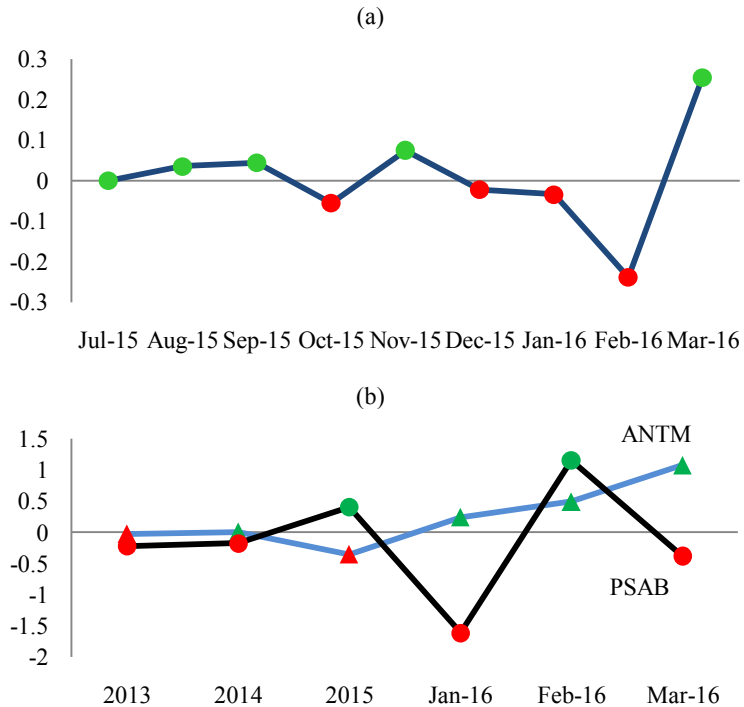


**Gambar 4.1** *Time Series Plot* (a) MDKA (b) ANTM dan (c) PSAB

Gambar diatas memperlihatkan saham MDKA mengalami pergerakan harga yang relatif konstan sepanjang periode 19 Juni 2015 – Maret 2016. Harga saham MDKA pada hari pertama *listing* di BEI adalah 2270, kemudian tiga hari berikutnya pada tanggal 22 – 24 Juni 2015 terus mengalami penurunan. Pada hari kelima tanggal 25 Juni 2015 hingga 29 Januari 2016 harga saham terlihat konstan berada di kisaran 2000. Selama 1 Februari 2016 – 1 Maret 2016 saham MDKA konstan pada harga 1900. Mulai tanggal 2 Maret 2016, harga cenderung turun hingga akhirnya mencapai 1625 pada 28 Maret 2016. Tiga hari terakhir di Bulan Maret 2016 yaitu tanggal 29 – 31 harga melonjak kembali menjadi sebesar 2000.

Pergerakan harga saham ANTM selama periode Januari 2013 – Desember 2015 berfluktuatif dan terlihat ada kecenderungan tren menurun. Pada tahun 2016 harga saham ANTM perlahan-lahan mulai menunjukkan peningkatan. Sementara pergerakan harga saham PSAB selama periode Januari 2013 – Maret 2016 juga terlihat sangat berfluktuatif. Sepanjang tahun 2013 harga saham PSAB terdapat kecenderungan tren menurun, mulai dari harga kisaran 5000 di awal tahun dan menjadi kisaran 2000 di akhir tahun. Pada tahun 2014, terdapat perubahan harga yang cukup drastis. Selama Januari 2014 – 18 September 2014 harga mulai meningkat hingga mencapai kisaran 5000, namun pada 19 September 2015 harga turun drastis menjadi kisaran 900 dan berlanjut hingga pertengahan tahun 2015. Pada akhir tahun 2015 hingga Maret tahun 2016 harga saham PSAB perlahan-lahan menunjukkan peningkatan.

Karakteristik lain yang dapat diamati dari harga saham adalah *return* saham. *Return* saham adalah hasil (keuntungan atau kerugian) yang diperoleh dari suatu investasi saham. *Return* saham bisa bernilai positif atau negatif. Jika positif berarti mendapatkan keuntungan (*Capital Gain*), sedangkan jika negatif berarti mengalami kerugian (*Capital Loss*). *Return* dihitung dari harga saat ini dikurangi kemarin, kemudian hasilnya dibagi harga kemarin. Karakteristik *return* ketiga saham dapat dilihat pada Gambar 4.2.



**Gambar 4.2** Rata-Rata *Return* Saham (a)MDKA dan (b)ANTM & PSAB

Hasil kegiatan investasi ketiga saham ditunjukkan dengan poin berwarna merah yang berarti *Capital Loss* sedangkan poin berwarna hijau memperoleh *Capital Gain*. Selain melihat *return*, investor juga harus memperhatikan fundamental perusahaan dan faktor-faktor lain dalam menganalisis keuntungan investasi.

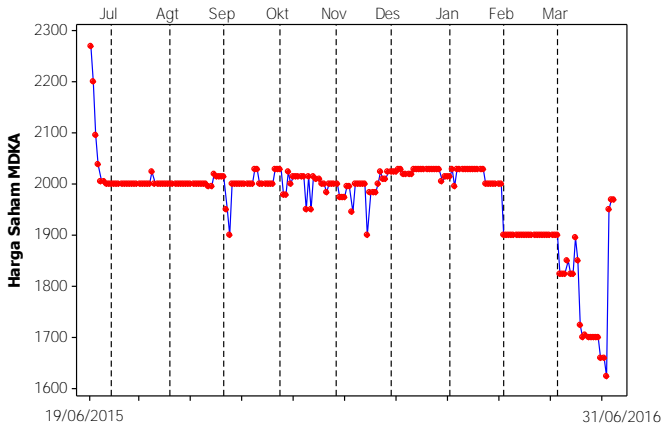
## 4.2 Analisis Saham MDKA Menggunakan Metode ARIMA

Langkah-langkah yang dilakukan dalam melakukan analisis menggunakan metode ARIMA adalah identifikasi pola stasioneritas data menggunakan *time series plot*, mengestimasi parameter, melakukan *diagnostic checking* dan yang terakhir baru dilakukan *forecasting*.



### a. Identifikasi

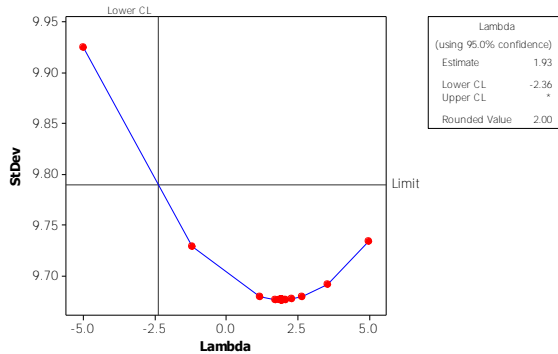
Identifikasi yang pertama kali dilakukan adalah melihat pola stasioneritas data *time series plot*. Data yang digunakan untuk membuat model adalah data *insample* (19 Juni 2015 – 3 Februari 2016). Stasioner adalah kondisi dimana data konstan terhadap rata-rata dan variansnya. *Time series plot* untuk data saham MDKA dapat dilihat pada Gambar 4.3.



**Gambar 4.3** *Time Series Plot* Saham MDKA

*Time series plot* data harian harga saham MDKA secara visual terlihat stasioner karena persebaran *plot*-nya cenderung konstan. Seperti telah dijelaskan pada Gambar 4.1 (a), mulai periode 19 Juni 2015 – Januari 2016 data terlihat konstan berada di kisaran harga 2000. Bulan Februari 2016 harga saham MDKA konstan menjadi 1900. Pada Bulan Maret 2016 harga sempat turun hingga 1600, tetapi akhirnya melonjak kembali di akhir bulan. *Time series plot* tersebut tidak dapat secara pasti menunjukkan stasioneritas data sehingga perlu pengecekan lebih lanjut yaitu stasioneritas data dalam varians dan dalam *mean*.

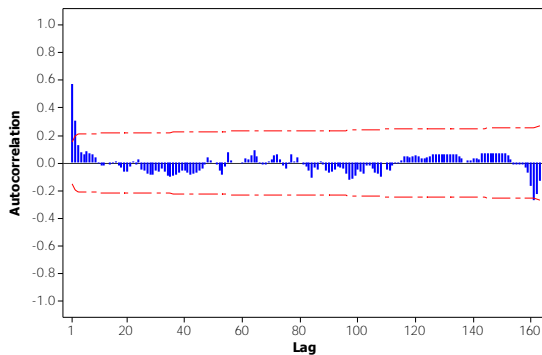
Langkah selanjutnya adalah melakukan pengecekan stasioneritas data dalam varians dengan melihat *Box-Cox plot* pada Gambar 4.4.



**Gambar 4.4** Box-Cox Plot Saham MDKA

*Rounded value* ( $\lambda$ ) yang dihasilkan *Box-Cox Plot* bernilai 2.00. Nilai batas bawah (*lower CL*) sebesar -2.36 dan nilai batas atas (*upper CL*) adalah tak terhingga. Data dikatakan stasioner dalam varians apabila memiliki *rounded value* ( $\lambda$ ) bernilai 1 atau nilai batas bawah (*lower CL*) dan nilai batas atas (*upper CL*) yang melewati angka 1. Data harga saham MDKA berdasarkan *Box-Cox Plot* tersebut dapat dinyatakan sudah stasioner dalam varians, sehingga tidak perlu dilakukan proses transformasi.

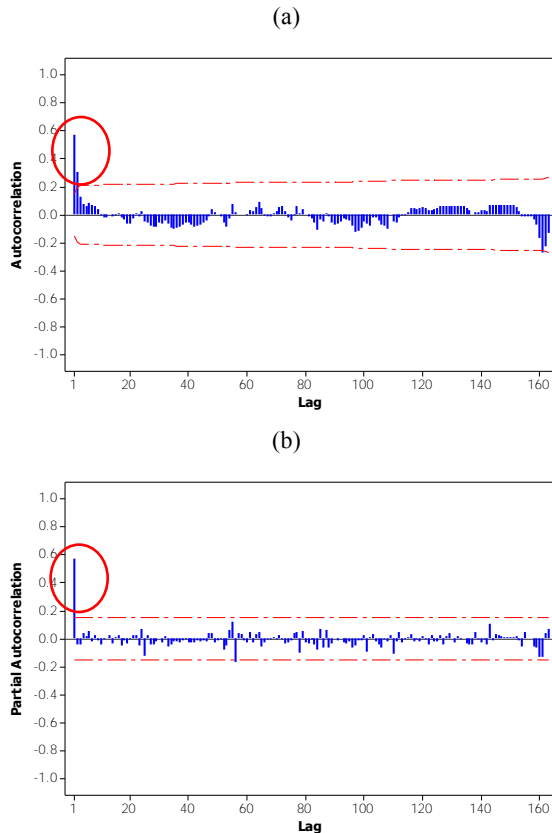
Pengecekan stasioneritas dalam *mean* dapat dilakukan dengan melihat grafik ACF pada Gambar 4.5.



**Gambar 4.5** Grafik ACF Saham MDKA

Lag yang terdapat pada grafik ACF diatas membentuk pola turun cepat (*cuts off*). Apabila grafik ACF menunjukkan pola turun cepat mengindikasikan data harga saham MDKA sudah stasioner dalam *mean*. Sehingga tidak perlu dilakukan *differencing*.

Data yang sudah memenuhi syarat stasioneritas baik dalam *varians* maupun dalam *mean*, selanjutnya dapat dilakukan pendugaan modelnya dengan melihat grafik ACF dan PACF pada Gambar 4.6.



**Gambar 4.6** Grafik (a)ACF dan (b)PACF Saham MDKA yang Digunakan untuk Pendugaan Model

Berdasarkan Gambar 4.6, grafik ACF terlihat memiliki pola turun cepat (*cuts off*) setelah lag ke- $q$ . Grafik PACF juga menunjukkan pola *cuts off* setelah lag ke- $p$ . Sehingga, diduga modelnya adalah  $AR(p)$  atau  $MA(q)$ . Dengan melihat lag-lag yang keluar dari batas signifikansi, maka diduga model-model yang mungkin untuk meramalkan data harga saham MDKA adalah  $ARIMA(1,0,0)$  dan  $ARIMA(0,0,2)$ .

### b. Estimasi Parameter

Model-model sementara yang diduga dapat digunakan untuk meramalkan data harga saham MDKA kemudian dilakukan estimasi parameter menggunakan metode estimasi *conditional least square*. Parameter tersebut kemudian diuji untuk mengetahui signifikansi parameter dalam model. Hasil pengujian estimasi parameter dapat dilihat pada Tabel 4.2.

**Tabel 4.2** Pengujian Estimasi Parameter Saham MDKA

Model ARIMA	Parameter	Estimasi	Standar error	$t$	Keputusan
(1,0,0)	<i>constant</i>	756.5147	29.4609		
	$\mu$	2012.7	6.0606	332.10	Tolak $H_0$
	$\phi_1$	0.62413	0.0649	9.60	Tolak $H_0$
(0,0,2)	<i>constant</i>	2009.079	29.9728		
	$\mu$	2009.1	4.3270	464.31	Tolak $H_0$
	$\theta_1$	-0.58679	0.0761	-7.71	Tolak $H_0$
	$\theta_2$	-0.27087	0.0761	-3.56	Tolak $H_0$

Semua parameter model  $ARIMA(1,0,0)$  yang terdapat pada Tabel 4.2 diatas memiliki nilai  $t$ -hitung yang lebih dari  $t_{(0.025;162)} = 2.2624$ . Hipotesis nol adalah parameter tidak signifikan dalam model, maka hipotesis nol ditolak jika nilai  $t$ -hitung lebih dari  $t_{(0.025;162)}$ . Sehingga, dapat disimpulkan bahwa semua parameter model  $ARIMA(1,0,0)$  signifikan.

Model  $ARIMA(0,0,2)$  juga menghasilkan kesimpulan yang sama. Semua parameter model  $ARIMA(0,0,2)$  memiliki nilai  $t$ -hitung yang lebih dari  $t_{(0.025;161)} = 2.2626$ . Hipotesis nol adalah parameter tidak signifikan dalam model, maka hipotesis nol ditolak.

lak jika nilai  $t$ -hitung lebih dari  $t_{(0.025;161)}$ . Sehingga, dapat disimpulkan bahwa semua parameter model ARIMA(0,0,2) signifikan.

### c. *Diagnostic Checking*

Model-model yang sudah memiliki parameter yang signifikan, kemudian harus diperiksa kembali residualnya untuk mengetahui terpenuhi tidaknya asumsi. Hasil pengecekan asumsi *white noise* dapat dilihat pada Tabel 4.3.

**Tabel 4.3** Pengecekan *White Noise* Saham MDKA

Model ARIMA	Hingga lag ke-	<i>Chi-square</i>	df	$\chi^2_{(0.05;df)}$	Keputusan
(1,0,0)	6	1.01	5	11.0705	Gagal Tolak $H_0$
	12	1.72	11	19.6751	Gagal Tolak $H_0$
	18	2.33	17	27.5871	Gagal Tolak $H_0$
	24	7.84	23	35.1725	Gagal Tolak $H_0$
	30	9.49	29	42.5569	Gagal Tolak $H_0$
(0,0,2)	6	5.41	4	9.4877	Gagal Tolak $H_0$
	12	6.07	10	18.3070	Gagal Tolak $H_0$
	18	6.72	16	26.2962	Gagal Tolak $H_0$
	24	11.35	22	33.9244	Gagal Tolak $H_0$
	30	13.65	28	41.3371	Gagal Tolak $H_0$

Semua residual model ARIMA(1,0,0) dan ARIMA(0,0,2) memiliki nilai  $\chi^2$  kurang dari  $\chi^2_{(0.05;df)}$ . Hipotesis nol adalah residual memenuhi asumsi *white noise*, maka hipotesis nol ditolak apabila  $\chi^2$  lebih dari  $\chi^2_{(0.05;df)}$ . Sehingga, dapat disimpulkan bahwa residual data sudah memenuhi asumsi *white noise*.

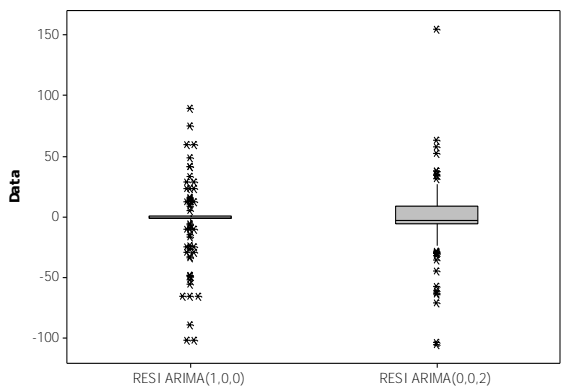
Pengecekan lain terhadap residual data adalah pengujian asumsi residual berdistribusi normal. Hasil pengujian asumsi residual berdistribusi normal dapat dilihat pada Tabel 4.4.

**Tabel 4.4** Pengecekan Distribusi Normal Saham MDKA

Model ARIMA	Statistik ( $D$ )	$D_{(0.95;164)}$	Keputusan
(1,0,0)	0.2751	0.1062	Tolak $H_0$
(0,0,2)	0.2259	0.1062	Tolak $H_0$

Tabel 4.4 diatas menunjukkan semua residual model memiliki nilai statistik uji  $D$  lebih dari  $D_{(0.95;164)}$ . Hipotesis nol adalah residual data memenuhi asumsi distribusi normal, maka hipotesis nol ditolak apabila nilai statistik uji  $D$  lebih dari nilai tabel  $D_{(0.95;164)}$ . Sehingga, dapat disimpulkan bahwa residual data harga saham MDKA tidak memenuhi asumsi distribusi normal.

Residual data yang tidak memenuhi asumsi distribusi normal, biasanya mengindikasikan adanya *outlier* pada residual data.



**Gambar 4.7** *Boxplot* Residual Model ARIMA(1,0,0) dan ARIMA(0,0,2)

Pada *boxplot* dapat dilihat bahwa terdapat *outlier* pada residual model ARIMA(1,0,0) dan ARIMA(0,0,2). Sehingga, perlu dilakukan deteksi *outlier* pada data harga saham MDKA. Hasil pendeteksian menunjukkan bahwa terdapat 8 observasi *outlier* yang diduga paling mempengaruhi. Kedelapan observasi yang *outlier* tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.5.

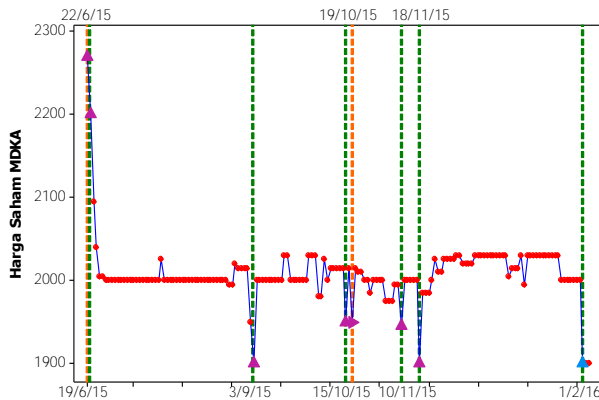
**Tabel 4.5** Daftar *Outlier* Saham MDKA

No.	ARIMA(1,0,0)		ARIMA(0,0,2)		Jenis
	Tanggal	Observasi	Tanggal	Observasi	
1	19/06/2015	1	19/06/2015	1	Additive
2	01/02/2016	162	01/02/2016	162	Level Shift
3	22/06/2015	2	22/06/2015	2	Additive
4	18/11/2015	109	18/11/2015	109	Additive
5	03/09/2015	55	03/09/2015	55	Additive

**Tabel 4.5** (Lanjutan)

No.	ARIMA(1,0,0)		ARIMA(0,0,2)		Jenis
	Tanggal	Observasi	Tanggal	Observasi	
6	15/10/2015	85	15/10/2015	85	<i>Additive</i>
7	19/10/2015	87	19/10/2015	87	<i>Additive</i>
8	10/11/2015	103	10/11/2015	103	<i>Additive</i>

Pada Tabel 4.5 terlihat bahwa semua model mengidentifikasi 8 observasi *outlier* yang sama. *Outlier* tersebut menunjukkan bahwa observasi pada periode tersebut sangat berbeda dengan yang lainnya. Lebih jelasnya observasi *outlier* ditampilkan pada Gambar 4.8.

**Gambar 4.8** Observasi *Outlier* pada Saham MDKA

Observasi *outlier* yang ditunjukkan pada gambar merujuk pada periode-periode yang harga sahamnya terlalu tinggi atau terlalu rendah jika dibandingkan dengan harga pada periode-periode yang lain. Harga saham yang terlalu tinggi terjadi pada tanggal 19 Juni dan 22 Juni 2015. Sedangkan penurunan harga saham MDKA yang cukup drastis terjadi pada tanggal 3 September 2015, 15 Oktober 2015, 19 Oktober 2015, 10 November 2015, 18 November 2015 dan 1 Februari 2016.

Tanggal 19 Juni dan 22 Juni 2015 adalah hari pertama dan kedua saham MDKA mulai *listing* di BEI. Pada tanggal 19 Okto-

ber 2015, berdasarkan Ningtyas (2015) terjadi konflik antara warga Banyuwangi dengan TNI dan Polri. Konflik tersebut terjadi karena warga menolak tambang emas milik MDKA beroperasi. Warga menyerang infrastruktur tambang emas dan terjadi keributan. Konflik tersebut mungkin membuat investor khawatir apabila kedepannya pemerintah mencabut izin tambang emas sehingga banyak yang melepas kepemilikan saham. Akibatnya, harga saham menjadi turun.

Kedelapan observasi *outlier* tersebut kemudian harus dimasukkan kedalam model dan diuji kembali, baik pengujian signifikansi parameter maupun pengujian asumsi residual. Hasil pengujian signifikansi parameter setelah deteksi *outlier* dapat dilihat pada Tabel 4.6.

**Tabel 4.6** Pengujian Parameter Saham MDKA Setelah Deteksi *Outlier*

Model ARIMAX	Parameter	Estimasi	Standar error	<i>t</i>	Keputusan
(1,0,0)	<i>constant</i>	401.1709	15.2198		
	$\mu$	2003.0	5.82082	344.11	Tolak $H_0$
	$\phi_1$	0.79971	0.05905	13.54	Tolak $H_0$
	$\omega_1$	-253.778	24.3215	-10.43	Tolak $H_0$
	$\omega_2$	-51.2933	11.9650	-4.29	Tolak $H_0$
	$\omega_3$	-68.3215	13.7953	-4.95	Tolak $H_0$
	$\omega_4$	-44.9580	6.91812	-6.50	Tolak $H_0$
	$\omega_5$	-41.8032	6.89526	-6.06	Tolak $H_0$
	$\omega_6$	-38.7339	6.98741	-5.54	Tolak $H_0$
	$\omega_7$	-26.9699	6.98526	-3.86	Tolak $H_0$
	$\omega_8$	-26.6799	6.89688	-3.87	Tolak $H_0$
(0,0,2)	$\theta_1$	-1.62506	0.09955	-16.32	Tolak $H_0$
	$\theta_2$	-1.00000	0.07629	-13.11	Tolak $H_0$
	$\omega_1$	-2189.4	314.701	-6.96	Tolak $H_0$
	$\omega_2$	-38.7147	250.947	-0.15	Gagal Tolak $H_0$
	$\omega_3$	-563.895	158.100	-3.57	Tolak $H_0$
	$\omega_4$	-43.3219	87.1231	-0.50	Gagal Tolak $H_0$
	$\omega_5$	-15.0907	87.6909	-0.17	Gagal Tolak $H_0$
	$\omega_6$	-11.2281	90.8738	-0.12	Gagal Tolak $H_0$
	$\omega_7$	-76.3460	96.8321	-0.79	Gagal Tolak $H_0$
	$\omega_8$	-31.4668	99.2171	-0.32	Gagal Tolak $H_0$



Semua parameter model ARIMAX(1,0,0) yang terdapat pada Tabel 4.6 memiliki nilai  $t$ -hitung lebih dari  $t_{(0.025;154)} = 2.2635$ . Hipotesis nol adalah parameter tidak signifikan dalam model, maka hipotesis nol ditolak jika nilai  $t$ -hitung lebih dari  $t_{(0.025;154)}$ . Sehingga, dapat disimpulkan bahwa semua parameter model ARIMAX(1,0,0) signifikan.

Parameter model ARIMAX(0,0,2) tidak semuanya memiliki nilai  $t$ -hitung yang lebih dari  $t_{(0.025;154)} = 2.2635$ . Hipotesis nol adalah parameter tidak signifikan dalam model, maka hipotesis nol ditolak jika nilai  $t$ -hitung lebih dari  $t_{(0.025;154)}$ . Sehingga, dapat disimpulkan bahwa parameter model ARIMAX(0,0,2) yang signifikan hanya  $\theta_1$ ,  $\theta_2$ ,  $\omega_1$  dan  $\omega_3$ .

Langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian asumsi residual *white noise* yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.7.

**Tabel 4.7** Pengecekan *White Noise* Saham MDKA Setelah Deteksi *Outlier*

Model ARIMAX	Hingga lag ke-	<i>Chi- square</i>	df	$\chi^2_{(0.05;df)}$	Keputusan
(1,0,0)	6	6.01	5	11.0705	Gagal Tolak $H_0$
	12	10.95	11	19.6751	Gagal Tolak $H_0$
	18	15.75	17	27.5871	Gagal Tolak $H_0$
	24	21.91	23	35.1725	Gagal Tolak $H_0$
	30	25.58	29	42.5569	Gagal Tolak $H_0$
(0,0,2)	6	942.73	4	9.4877	Tolak $H_0$
	12	1854.6	10	18.3070	Tolak $H_0$
	18	2729.9	16	26.2962	Tolak $H_0$
	24	3567.0	22	33.9244	Tolak $H_0$
	30	4370.9	28	41.3371	Tolak $H_0$

Hasil pengujian asumsi setelah *outlier* dimasukkan kedalam model adalah semua residual model ARIMAX(1,0,0) memiliki nilai  $\chi^2$  kurang dari  $\chi^2_{(0.05;df)}$ . Hipotesis nol adalah residual memenuhi asumsi *white noise*, maka hipotesis nol ditolak apabila  $\chi^2$  lebih dari  $\chi^2_{(0.05;df)}$ . Sehingga, dapat disimpulkan bahwa residual model ARIMAX(1,0,0) sudah memenuhi asumsi *white noise*.

Semua residual model ARIMAX(0,0,2) memiliki nilai  $\chi^2$  lebih dari  $\chi^2_{(0.05;df)}$ . Hipotesis nol adalah residual memenuhi asumsi *white noise*, maka hipotesis nol ditolak apabila  $\chi^2$  lebih dari  $\chi^2_{(0.05;df)}$ . Sehingga, dapat disimpulkan bahwa residual model ARIMAX(0,0,2) tidak memenuhi asumsi *white noise*.

Pengecekan asumsi selanjutnya adalah pengecekan residual berdistribusi normal yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.8.

**Tabel 4.8** Pengecekan Distribusi Normal Saham MDKA Setelah Deteksi *Outlier*

Model ARIMAX	Statistik ( <i>D</i> )	$D_{(0.95;164)}$	Keputusan
(1,0,0)	0.282916	0.1062	Tolak $H_0$
(0,0,2)	0.06689	0.1062	Gagal Tolak $H_0$

Hasil pengujian asumsi distribusi normal pada Tabel 4.8 terlihat bahwa residual model ARIMAX(1,0,0) memiliki nilai statistik uji *D* lebih dari  $D_{(0.95;164)}$ . Hipotesis nol adalah residual data memenuhi asumsi distribusi normal, maka hipotesis nol ditolak apabila nilai statistik uji *D* lebih dari nilai  $D_{(0.95;164)}$ . Sehingga, dapat disimpulkan bahwa residual model ARIMAX(1,0,0) tidak memenuhi asumsi distribusi normal.

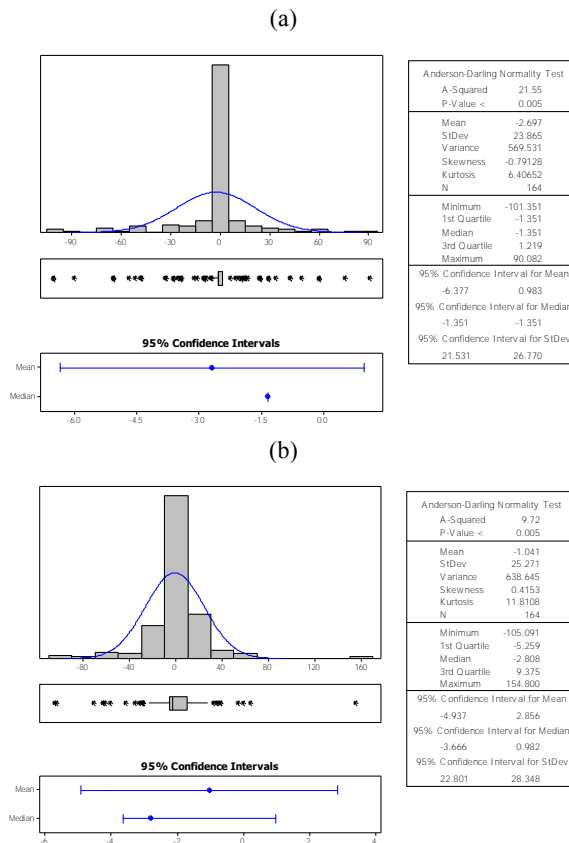
Residual model ARIMAX(0,0,2) memiliki nilai statistik uji *D* kurang dari  $D_{(0.95;164)}$ . Hipotesis nol adalah residual data memenuhi asumsi distribusi normal, maka hipotesis nol ditolak apabila nilai statistik uji *D* lebih dari nilai tabel  $D_{(0.95;164)}$ . Sehingga, dapat disimpulkan bahwa residual model ARIMAX(0,0,2) memenuhi asumsi distribusi normal.

Hasil pengujian signifikansi parameter dan asumsi residual sebelum dan sesudah memasukkan observasi *outlier* kedalam model dapat diringkas pada Tabel 4.9.

**Tabel 4.9** Ringkasan Model ARIMA untuk Saham MDKA

Model	Sebelum Deteksi <i>Outlier</i>			Setelah Deteksi <i>Outlier</i>		
	Parameter Signifikan	<i>White Noise</i>	Normal	Parameter Signifikan	<i>White Noise</i>	Normal
(1,0,0)	√	√	x	√	√	x
(0,0,2)	√	√	x	x	x	√

Hasil deteksi *outlier* berdasarkan Tabel 4.9 ternyata tidak mampu menanggulangi residual data yang tidak berdistribusi normal. Residual data model ARIMA(1,0,0) setelah dilakukan deteksi *outlier* tetap tidak berdistribusi normal. Sementara residual data model ARIMA(0,0,2) setelah dilakukan deteksi *outlier* berdistribusi normal, tetapi parameternya menjadi tidak signifikan dan asumsi residual *white noise* menjadi tidak terpenuhi. Histogram residual data Model ARIMA(1,0,0) dan ARIMA (0,0,2) dapat dilihat pada Gambar 4.9.



**Gambar 4.9** Histogram Residual (a)ARIMA(1,0,0) dan (b)ARIMA(0,0,2)

Nilai kurtosis yang dihasilkan pada Gambar 4.9 untuk residual model ARIMA(1,0,0) dan ARIMA(0,0,2) berturut-turut adalah sebesar 6.4065 dan 11.8108. Nilai kurtosis yang positif menunjukkan bahwa residual data memiliki bentuk distribusi yang lebih lancip dari kurva normal (keadaan leptokurtik). Bentuk distribusi residual data yang lebih lancip dari kurva normal inilah yang diduga menyebabkan residual data tetap tidak memenuhi asumsi distribusi normal meskipun sudah memasukkan *outlier* ke dalam model.

Model ARIMAX(1,0,0) akan diikuti sebagai alternatif pilihan model meskipun tidak memenuhi asumsi distribusi normal. Asumsi distribusi normal yang tidak terpenuhi tidak menjadi masalah karena berdasarkan Kostenko dan Hyndman (2008), yang paling penting adalah kemampuan model dalam memprediksi dengan baik. Model ARIMAX(0,0,2) tidak diikuti sebagai alternatif pilihan model karena parameternya tidak signifikan, asumsi residual *white noise* tidak terpenuhi dan hasil *forecast* bernilai nol.

#### d. Pemilihan Model Terbaik

Model-model yang telah diperoleh kemudian harus dibandingkan berdasarkan nilai kriteria kebaikan model yang dihasilkan untuk memilih model yang terbaik. Hasil perbandingan kriteria kebaikan model AIC, sMAPE dan RMSE masing-masing model dapat dilihat pada Tabel 4.10.

**Tabel 4.10** Pemilihan Model Terbaik Saham MDKA

Model	<i>Insample</i>	<i>Outsample</i>	
	AIC	sMAPE	RMSE
ARIMAX(1,0,0)	<b>1359.82</b>	<b>8.31</b>	<b>188.16</b>
ARIMA(1,0,0)	1577.04	9.07	198.86
ARIMA(0,0,2)	1583.68	9.05	197.09

Model yang terpilih apabila dilihat dari tabel diatas adalah ARIMAX(1,0,0) karena menghasilkan nilai kriteria kebaikan model AIC, sMAPE dan RMSE terkecil dibandingkan model ARIMA(1,0,0) dan ARIMA(0,0,2).

Model ARIMAX(1,0,0) dapat dituliskan menjadi:

$$\begin{aligned}\dot{Z}_t &= \phi_0 + \phi_1 \dot{Z}_{t-1} + \omega_1 I_t^{(1)} + \frac{1}{(1-B)} \omega_2 I_t^{(162)} + \omega_3 I_t^{(2)} + \omega_4 I_t^{(109)} \\ &\quad + \omega_5 I_t^{(55)} + \omega_6 I_t^{(85)} + \omega_7 I_t^{(87)} + \omega_8 I_t^{(103)} + a_t \\ \dot{Z}_t &= 401.17 + 0.79 \dot{Z}_{t-1} - 253.77 I_t^{(1)} - \frac{51.29}{(1-B)} I_t^{(162)} - 68.32 I_t^{(2)} - 44.95 I_t^{(109)} \\ &\quad - 41.80 I_t^{(55)} - 38.73 I_t^{(85)} - 26.96 I_t^{(87)} - 26.67 I_t^{(103)} + a_t\end{aligned}$$

Model tersebut menunjukkan bahwa harga saham MDKA dipengaruhi oleh harga saham satu periode sebelumnya dan harga saham pada periode ketika terjadi observasi *outlier*. Model ARI MAX(1,0,0) tersebut kemudian dapat digunakan untuk meramalkan harga saham MDKA pada periode-periode selanjutnya.

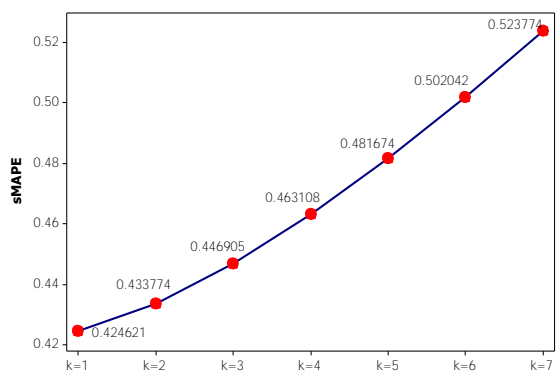
#### e. *Forecast*

Model yang sudah didapatkan perlu dihitung akurasi modelnya untuk mengetahui sampai berapa tahap kedepan model tersebut baik untuk digunakan. Hasil perhitungan akurasi model dapat dilihat pada Tabel 4.11 dan Gambar 4.10.

**Tabel 4.11** Perhitungan Akurasi Model

$k$	sMAPE (%)
$k = 1$	0.424621
$k = 2$	0.433774
$k = 3$	0.446905
$k = 4$	0.463108
$k = 5$	0.481674
$k = 6$	0.502042
$k = 7$	0.523774

Nilai sMAPE cenderung mengalami kenaikan seiring dengan panjang periode *forecast* ( $k$ ). Kenaikan dari *forecast* ke-1 hingga ke-7 tetapi tidak terlalu besar. Sehingga, dapat dikatakan bahwa model ARIMAX(1,0,0) masih baik untuk digunakan *forecast* selama 7 periode kedepan.



Gambar 4.10 Akurasi Model ARIMAX(1,0,0)

Hasil *forecast* untuk 7 periode ke depan yang diperoleh dari model ARIMAX(1,0,0) dapat dilihat pada Tabel 4.12 sebagai berikut.

Tabel 4.12 Rincian Hasil *Forecast* Saham MDKA

No.	Tanggal	Hasil <i>Forecast</i>	Batas Bawah	Batas Atas
1	4/1/2016	1971.189	1912.8048	2029.5740
2	4/4/2016	1990.037	1931.7425	2048.3312
3	4/5/2016	1990.037	1931.8913	2048.1822
4	4/6/2016	1990.037	1932.0390	2048.0343
5	4/7/2016	1990.037	1932.1855	2047.8875
6	4/8/2016	1990.036	1932.3309	2047.7419
7	4/11/2016	1990.036	1932.4752	2047.5973

Hasil *forecast* harga saham MDKA untuk 7 periode kedepan menunjukkan hasil yang konstan yaitu sekitar 1900. Hal ini dikarenakan harga saham MDKA memang cenderung konstan setiap harinya. Investor yang akan berinvestasi pada saham MDKA tidak akan terlalu khawatir karena perubahan harga saham MDKA tidak terlalu berfluktuatif. Batas atas dan batas bawah merupakan batas *forecast* dimana nilai *forecast* untuk 7 periode kedepan diharapkan tidak melebihi batas ini.

### 4.3 Analisis Saham ANTM dan PSAB Menggunakan Metode VAR

Harga saham ANTM dan PSAB dianalisis menggunakan metode VAR karena diantara keduanya terdapat hubungan.

#### a. Analisis Korelasi Pada Saham ANTM dan PSAB

Korelasi digunakan untuk melihat hubungan linier diantara variabel. Hasil matriks korelasi ditunjukkan pada Tabel 4.13.

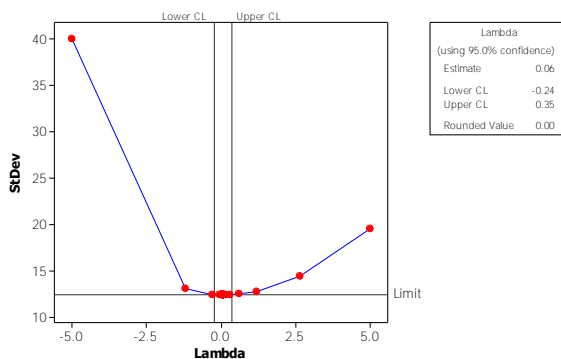
	ANTM	PSAB
ANTM	1.00000	0.65523
PSAB	0.65523	1.00000

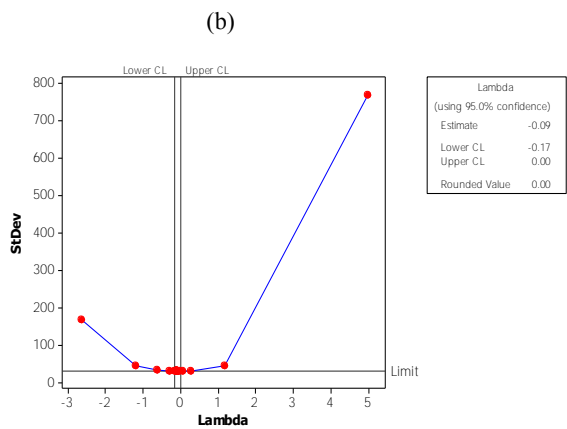
Matriks korelasi mengindikasikan terdapat hubungan linier positif antara harga saham ANTM dan PSAB. Artinya, apabila harga saham ANTM naik maka harga saham PSAB juga mengalami kenaikan. Apabila harga saham ANTM turun, harga saham PSAB juga akan mengalami penurunan.

#### b. Identifikasi

Langkah pertama yang dilakukan untuk analisis menggunakan metode VAR adalah mengecek stasioneritas data terhadap varians dengan melihat *Box-Cox Plot* pada Gambar 4.11.

(a)

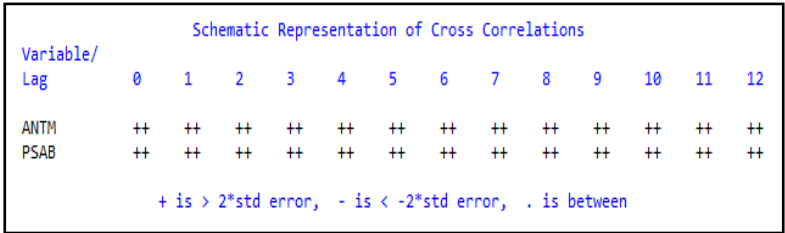




Gambar 4.11 Box Cox Plot (a)ANTM dan (b)PSAB

*Rounded value* yang dihasilkan *Box-Cox Plot* ANTM dan PSAB diatas sama-sama bernilai 0.00. Nilai batas bawah (*lower CL*) dan nilai batas atas (*upper CL*) juga sama-sama belum melewati angka 1. Nilai *rounded value* bernilai 0.00 menunjukkan bahwa data harga saham ANTM dan PSAB masih belum stasioner dalam varians. Transformasi sebenarnya harus dilakukan, tetapi setelah dicoba dilakukan transformasi ternyata hasilnya tidak sebaik menggunakan data tanpa transformasi. Sehingga, dalam analisis ini menggunakan kedua data tanpa dilakukan transformasi.

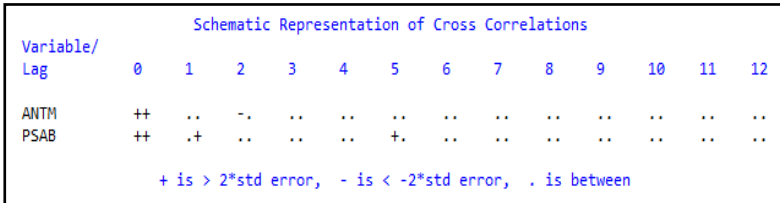
Langkah selanjutnya adalah pengecekan stasioneritas data dalam *mean* secara *multivariate* dengan melihat grafik fungsi *Matriks Fungsi Autkorelasi* (MACF) pada Gambar 4.12.



Gambar 4.12 Plot MACF Harga Saham ANTM dan PSAB



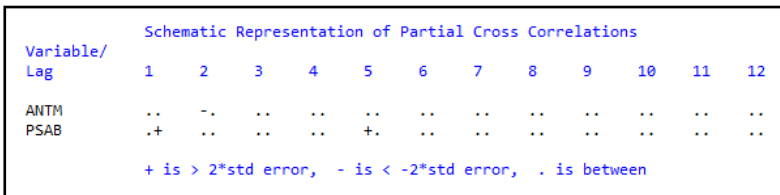
Data harga saham ANTM dan PSAB belum stasioner dalam *mean* secara *multivariate* bila diperhatikan dari plot MACF diatas. Data dikatakan belum stasioner karena terdapat banyak simbol (+) muncul secara bersamaan dalam plot MACF. Data yang belum stasioner dapat diatasi dengan melakukan *differencing* 1 yang hasilnya dapat dilihat pada Gambar 4.13.



**Gambar 4.13** Plot MACF Harga Saham ANTM dan PSAB Setelah *Differencing*

Setelah dilakukan *differencing* 1, data harga saham ANTM dan PSAB berubah menjadi stasioner dalam *mean* secara *multivariate* berdasarkan Gambar 4.16 diatas. Data dikatakan stasioner dalam *mean* ditunjukkan oleh munculnya (+) dan (-) hanya pada lag-lag tertentu.

Data yang sudah memenuhi syarat stasioner secara *multivariate* kemudian dilakukan pendugaan model VAR. Penentuan *order* VAR dapat dilakukan dengan melihat plot Matriks Autokorelasi Parsial (MPACF) pada Gambar 4.14.



**Gambar 4.14** Plot MPACF Harga Saham ANTM dan PSAB

Plot MPACF untuk saham ANTM dan PSAB diatas terlihat menunjukkan simbol (+) atau (-) pada lag 1, 2 dan 5 sehingga diduga *order* VAR memuat lag-lag tersebut. Pemilihan *order* VAR juga dapat melalui informasi nilai AIC terkecil pada *Minimum Information Criterion* pada Tabel 4.14.

**Tabel 4.14** *Minimum Information Criterion* untuk Pemilihan Order VAR

Lag	MA 0	MA 1	MA 2	MA 3	MA 4	MA 5
AR 0	16.5981	16.6144	16.6058	16.6138	16.6183	16.6223
AR 1	16.6035	16.6202	16.6136	16.6213	16.6197	16.6304
AR 2	<b>16.5957</b>	16.6133	16.6247	16.6310	16.6293	16.6378
AR 3	16.6073	16.6214	16.6318	16.6413	16.6403	16.6466
AR 4	16.6146	16.6208	16.6309	16.6408	16.6458	16.6554

Order AR(2) dan MA(0) yang terdapat pada tabel *minimum information criterion* terpilih karena memiliki nilai AIC terkecil. Order AR(2) ini mendukung model dugaan yang diperoleh yaitu VAR(2[5],1,0).

### c. Estimasi Parameter

Langkah selanjutnya adalah melakukan estimasi parameter. Parameter tersebut kemudian diuji untuk mengetahui signifikansinya dalam model. Hasil pengujian signifikansi parameter model VAR(2[5],1,0) sebelum dilakukan *restrict* dapat dilihat pada Tabel 4.15.

**Tabel 4.15** Hasil Pengujian Estimasi Parameter Model VAR(2[5],1,0)

Saham	Parameter	Estimasi	Std. Error	<i>t</i>	Variabel
ANTM	$\phi_{111}$	0.03919	0.03828	1.02	ANTM(t-1)
	$\phi_{112}$	0.00239	0.00453	0.53	PSAB (t-1)
	$\phi_{211}$	-0.14023	0.03829	<b>-3.66*</b>	ANTM(t-2)
	$\phi_{212}$	-0.00195	0.00453	-0.43	PSAB (t-2)
	$\phi_{511}$	0.00393	0.03871	0.10	ANTM(t-5)
	$\phi_{512}$	0.00985	0.00452	<b>2.18*</b>	PSAB (t-5)
PSAB	$\phi_{121}$	0.23808	0.32791	0.73	ANTM(t-1)
	$\phi_{122}$	0.08570	0.03884	<b>2.21*</b>	PSAB (t-1)
	$\phi_{221}$	-0.22561	0.32797	-0.69	ANTM(t-2)
	$\phi_{222}$	-0.02974	0.03884	-0.77	PSAB (t-2)
	$\phi_{521}$	-0.09789	0.33160	-0.30	ANTM(t-5)
	$\phi_{522}$	0.02041	0.03870	0.53	PSAB (t-5)

Keterangan : \*Parameter Signifikan

Hasil estimasi menunjukkan terdapat 12 parameter yang dihasilkan, tetapi tidak semuanya signifikan. Parameter yang signifikan ada 3. Parameter yang tidak signifikan dapat diatasi dengan melakukan *restrict*. Hasil penaksiran parameter model setelah *restrict* untuk model VAR(2,[5],1,0) dapat dilihat pada Tabel 4.16.

**Tabel 4.16** Hasil Pengujian Estimasi Parameter Model VAR(2[5],1,0) Setelah *Restrict*

Saham	Parameter	Estimasi	Std. Error	<i>t</i>	Variabel
ANTM	$\phi_{111}$	0.00000	0.00000		ANTM (t-1)
	$\phi_{112}$	0.00000	0.00000		PSAB (t-1)
	$\phi_{211}$	-0.13747	0.03795	-3.62	ANTM (t-2)
	$\phi_{212}$	0.00000	0.00000		PSAB (t-2)
	$\phi_{511}$	0.00000	0.00000		ANTM (t-5)
	$\phi_{512}$	0.00961	0.00448	2.14	PSAB (t-5)
PSAB	$\phi_{121}$	0.00000	0.00000		ANTM (t-1)
	$\phi_{122}$	0.08266	0.03839	2.15	PSAB (t-1)
	$\phi_{221}$	0.00000	0.00000		ANTM (t-2)
	$\phi_{222}$	0.00000	0.00000		PSAB (t-2)
	$\phi_{521}$	0.00000	0.00000		ANTM (t-5)
	$\phi_{522}$	0.00000	0.00000		PSAB (t-5)

Hasil setelah *restrict* diperoleh sudah tidak ada lagi parameter yang tidak signifikan. Harga saham ANTM dipengaruhi oleh harga saham ANTM dan harga saham PSAB, sedangkan harga saham PSAB hanya dipengaruhi oleh harga saham PSAB sendiri jika dilihat dari hasil parameter yang signifikan.

#### d. *Diagnostic Checking*

Model yang telah memiliki parameter yang signifikan, harus diperiksa kembali residualnya untuk melihat terpenuhi tidaknya asumsi *white noise* dan berdistribusi *multivariate normal*. Hasil pengecekan asumsi *white noise* pada residual data dapat dilihat pada Tabel 4.17.

**Tabel 4.17** Pengecekan *Multivariate White Noise*

Hingga lag ke-	<i>Chi-square</i>	df	$\chi^2_{\alpha,df}$	Keputusan
6	7.17	4	9.487729	Gagal Tolak $H_0$
7	9.36	8	15.50731	Gagal Tolak $H_0$
8	11.71	12	21.02607	Gagal Tolak $H_0$
9	14.70	16	26.29623	Gagal Tolak $H_0$
10	18.18	20	31.41043	Gagal Tolak $H_0$
11	22.37	24	36.41503	Gagal Tolak $H_0$
12	25.68	28	41.33714	Gagal Tolak $H_0$

Semua lag pada Tabel 4.17 diatas terlihat memiliki nilai statistik uji  $\chi^2$  kurang dari  $\chi^2_{\alpha,df}$ . Hipotesis nol adalah residual data memenuhi asumsi *white noise* (identik dan independen), maka hipotesis nol ditolak apabila  $\chi^2$  lebih dari  $\chi^2_{\alpha,df}$ . Sehingga, dapat disimpulkan bahwa residual data sudah memenuhi asumsi *multivariate white noise* (identik dan independen).

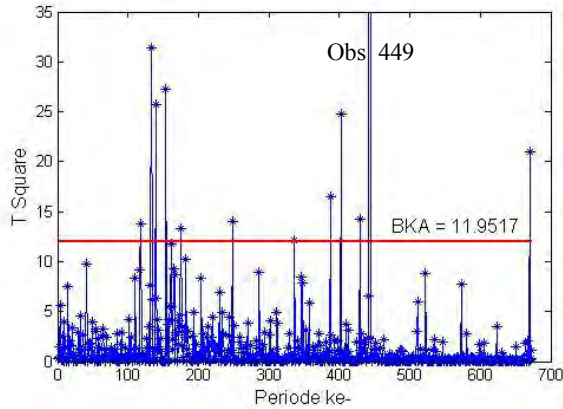
Pengecekan lain terhadap residual data adalah pengujian asumsi distribusi *multivariate* normal. Hasil pengujian distribusi *multivariate* normal pada residual yang dihasilkan model VAR (2[5],1,0) dapat dilihat pada Tabel 4.18.

**Tabel 4.18** Pengecekan Distribusi *Multivariate* Normal

Model VAR	Proporsi	Statistik Uji	$r_{679;0.05}$	Keputusan
VAR(2[5],1,0)	0.7849	0.274	0.9953	Tolak $H_0$

Hasil pengujian asumsi diperoleh terdapat 78.49% residual data yang kurang dari  $\chi^2_{0.5;2}$ . Dilihat dari nilai proporsi, residual data tidak memenuhi asumsi distribusi *multivariate* normal. Selain itu juga dapat dilihat dari nilai statistik uji sebesar 0.274 yang kurang dari  $r_{n,\alpha}$ . Hipotesis nol adalah residual data memenuhi asumsi distribusi *multivariate* normal, hipotesis nol ditolak apabila statistik uji kurang dari  $r_{n,\alpha}$ . Sehingga, dapat disimpulkan bahwa residual data tidak memenuhi asumsi distribusi *multivariate* normal. Hasil plot antara  $d_j^2$  dengan  $q$  untuk pengecekan distribusi *multivariate* normal dapat dilihat pada Lampiran 20.

Residual data yang tidak memenuhi asumsi distribusi *multi-variate* normal, biasanya mengindikasikan adanya *outlier* pada residual data. Hasil pengecekan *outlier* menggunakan peta kendali  $T^2$  Hotelling dapat dilihat pada Gambar 4.15.



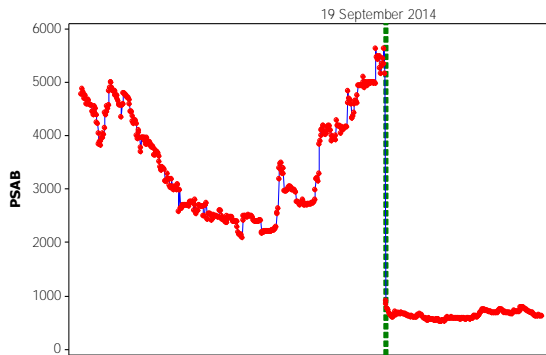
**Gambar 4.15** Peta Kendali  $T^2$  Hotelling untuk Pengecekan *Outlier*

Hasil pengecekan menunjukkan terdapat *outlier* pada residual model VAR(2[5],1,0). Hasil pendeteksian menunjukkan bahwa terdapat 12 observasi *outlier* yang melebihi batas kendali atas sebesar 11.9517. Observasi tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.19.

**Tabel 4.19** Daftar *Outlier* Residual Model VAR(2[5],1,0)

No.	Tanggal	Observasi
1	21/6/2013	124
2	12/7/2013	139
3	22/7/2013	145
4	12/8/2013	160
5	10/9/2013	181
6	20/12/2013	254
7	23/4/2014	342
8	3/7/2014	393
9	24/7/2014	408
10	1/9/2014	435
11	19/9/2014	449
12	4/8/2015	676

Observasi ke 449 yaitu tanggal 19/9/2014 pada *time series plot* saham PSAB menunjukkan bahwa terjadi penurunan harga saham yang sangat drastis. Berdasarkan Ihsan (2014), pemegang saham PT *J Resources Asia Pasifik Tbk.* (PSAB) yaitu *J Resources Mining Limited* telah menjual 15.1 juta lembar saham pada tanggal 18 September 2014. Menurut Saham OK (2016), salah satu penyebab turunnya harga saham adalah karena perusahaan menjual sahamnya. Hal ini sesuai karena setelah PSAB menjual sahamnya besar-besaran, pada tanggal 19 September 2016 akhirnya harga saham turun drastis.



**Gambar 4.16** Salah Satu Observasi *Outlier* saham PSAB

Kedua belas observasi *outlier* tersebut kemudian harus dimasukkan kedalam model. Model VAR yang terbentuk berubah menjadi VARX(2,1,0) karena model sebelumnya yaitu VAR (2[5],1,0) menjadi tidak memenuhi asumsi *white noise* setelah ditambahkan dengan *outlier* di dalam model. Model VARX (2,1,0) tersebut kemudian diuji kembali signifikansi parameternya dan pengujian asumsi *multivariate white noise* serta asumsi *multivariate normal*. Hasil estimasi parameter model VARX(2,1,0) menghasilkan 56 parameter. Parameter tersebut tidak semuanya signifikan, sehingga perlu dilakukan *restrict*. Hasil setelah *restrict* terdapat 22 parameter signifikan yang pengujiannya dapat dilihat pada Tabel 4.20.

**Tabel 4.20** Hasil Pengujian Estimasi Parameter Model VARX(2,1,0) Setelah *Restrict*

Saham	Parameter	Estimasi	Std. Error	<i>t</i>	Variabel
ANTM	XL(0,1,1)	-76.67	18.80	-4.08	X1(t)
	XL(0,1,2)	119.15	18.74	6.36	X2(t)
	XL(0,1,3)	92.40	18.80	4.91	X3(t)
	XL(0,1,4)	109.72	18.73	5.86	X4(t)
	XL(0,1,5)	-74.19	18.81	-3.94	X5(t)
	XL(0,1,6)	-79.87	18.75	-4.26	X6(t)
	XL(0,1,7)	72.43	18.74	3.87	X7(t)
	XL(0,1,9)	103.52	18.75	5.52	X9(t)
	XL(0,1,12)	96.22	18.74	5.13	X12(t)
	XL(1,1,2)	49.16	18.83	2.61	X2(t-1)
	AR(2,1,1)	-0.12	0.03	-3.82	ANTM(t-2)
PSAB	XL(0,2,1)	-227.32	75.21	-3.02	X1(t)
	XL(0,2,3)	-425.00	75.20	-5.65	X3(t)
	XL(0,2,8)	669.40	74.94	8.93	X8(t)
	XL(0,2,10)	647.52	74.95	8.64	X10(t)
	XL(0,2,11)	-4245.06	75.06	-56.55	X11(t)
	XL(1,2,3)	432.12	74.99	5.76	X3(t-1)
	XL(1,2,8)	-231.20	74.94	-3.08	X8(t-1)
	XL(1,2,9)	199.38	74.93	2.66	X9(t-1)
	XL(1,2,10)	-151.64	74.94	-2.02	X10(t-1)
	AR(2,2,1)	-0.27	0.13	-2.09	ANTM(t-2)
	AR(2,2,2)	0.03	0.01	2.04	PSAB(t-2)

Parameter pada Tabel 4.20 diatas semuanya sudah signifikan. Harga saham ANTM selain dipengaruhi oleh observasi *outlier* juga dipengaruhi oleh harga saham ANTM dua periode sebelumnya. Harga saham PSAB selain dipengaruhi oleh observasi *outlier* juga dipengaruhi oleh harga saham ANTM dan PSAB pada dua periode sebelumnya jika dilihat dari parameter yang signifikan.

Model yang telah memiliki parameter yang signifikan, harus diperiksa kembali residualnya untuk melihat terpenuhi tidaknya asumsi *white noise*. Hasil pengecekan asumsi *white noise* pada residual data dapat dilihat pada Tabel 4.21.

**Tabel 4.21** Pengecekan *Multivariate White Noise* VARX(2,1,0)

Hingga lag ke-	<i>Chi-square</i>	df	$\chi^2_{\alpha,df}$	Keputusan
3	11.66	4	9.487729	Tolak $H_0$
4	13.84	8	15.50731	Gagal Tolak $H_0$
5	20.73	12	21.02607	Gagal Tolak $H_0$
6	25.59	16	26.29623	Gagal Tolak $H_0$
7	30.70	20	31.41043	Gagal Tolak $H_0$
8	33.04	24	36.41503	Gagal Tolak $H_0$
9	33.76	28	41.33714	Gagal Tolak $H_0$
10	36.88	32	46.19426	Gagal Tolak $H_0$
11	39.54	36	50.99846	Gagal Tolak $H_0$
12	41.88	40	55.75848	Gagal Tolak $H_0$

Tabel diatas menunjukkan bahwa lag 4-12 memiliki nilai statistik uji  $\chi^2$  kurang dari  $\chi^2_{\alpha,df}$ . Hipotesis nol adalah residual data memenuhi asumsi *white noise* (identik dan independen), maka hipotesis nol ditolak apabila  $\chi^2$  lebih dari  $\chi^2_{\alpha,df}$ . Sehingga, dapat disimpulkan bahwa residual data sudah memenuhi asumsi *multivariate white noise* (identik dan independen).

Pengecekan lain terhadap residual adalah pengujian asumsi distribusi *multivariate* normal yang dapat dilihat pada Tabel 4.22.

**Tabel 4.22** Pengecekan Distribusi *Multivariate* Normal VARX(2,1,0)

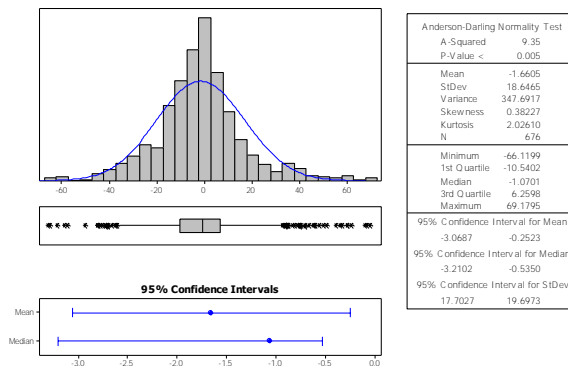
Model VAR	Proporsi	Statistik Uji	$r_{679,0.05}$	Keputusan
VAR(2,1,0)	0.6789	0.833	0.9953	Tolak $H_0$

Berdasarkan pengujian tersebut terdapat 67.89% residual data yang kurang dari  $\chi^2_{0.5;2}$ . Dilihat dari nilai proporsi, residual data tidak memenuhi asumsi distribusi *multivariate* normal. Selain itu juga dapat dilihat dari nilai statistik uji sebesar 0.833 yang kurang dari  $r_{n,\alpha}$ . Hipotesis nol adalah residual data memenuhi asumsi distribusi *multivariate* normal, hipotesis nol ditolak apabila statistik uji kurang dari  $r_{n,\alpha}$ . Sehingga, dapat disimpulkan bahwa residual data tidak memenuhi asumsi distribusi *multivariate* normal. Hasil plot dalam pengecekan distribusi *multivariate* normal dapat dilihat pada Lampiran 20.

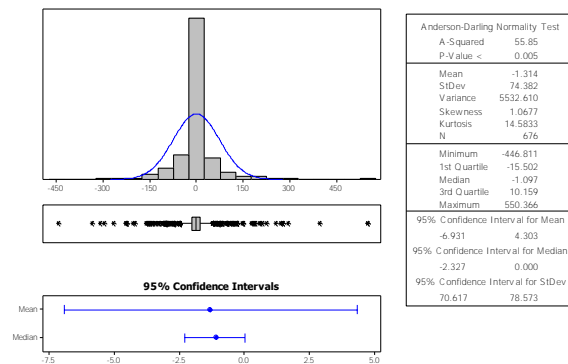


Hasil deteksi *outlier* ternyata tidak mampu menanggulangi residual data yang tidak berdistribusi *multivariate* normal. Residual data model VARX(2,1,0) tetap tidak berdistribusi *multivariate* normal. Histogram residual data Model VARX(2,1,0) dapat dilihat pada Gambar 4.17.

(a)



(b)



**Gambar 4.17** Histogram Residual VARX(2,1,0) (a)ANTM dan (b)PSAB

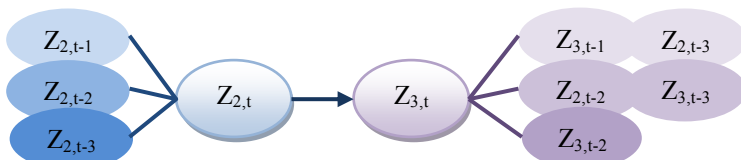
Nilai kurtosis yang dihasilkan pada Gambar 4.17 untuk residual model VARX(2,1,0) saham ANTM dan PSAB berturut-turut adalah sebesar 2.026 dan 14.58. Nilai kurtosis yang positif menunjukkan bahwa residual data memiliki bentuk distribusi

yang lebih lancip dari kurva normal (keadaan leptokurtik). Bentuk distribusi residual data yang lebih lancip dari kurva normal inilah yang diduga menyebabkan residual model VARX(2,1,0) tetap tidak memenuhi asumsi distribusi *multivariate* normal meskipun sudah memasukkan *outlier* kedalam model.

Model VARX(2,1,0) akan digunakan untuk meramalkan harga saham ANTM dan PSAB. Asumsi distribusi *multivariate* normal yang tidak terpenuhi tidak menjadi masalah karena berdasarkan jurnal oleh Kostenko dan Hyndman (2008), yang paling penting adalah kemampuan model dalam memprediksi dengan baik.

#### e. Model VAR untuk Meramalkan Harga Saham ANTM dan PSAB

Model VARX(2,1,0) menghasilkan dua persamaan. Persamaan (1) adalah model untuk meramalkan harga saham ANTM dan persamaan (2) adalah model untuk meramalkan harga saham PSAB. Persamaan (1) menunjukkan bahwa harga saham ANTM dipengaruhi harga saham ANTM pada 1, 2 dan 3 periode sebelumnya. Selain itu, harga saham ANTM juga dipengaruhi oleh observasi *outlier*. Persamaan (2) menunjukkan bahwa harga saham PSAB selain dipengaruhi oleh harga saham PSAB 1, 2 dan 3 periode sebelumnya, juga dipengaruhi harga saham ANTM pada 2 dan 3 periode sebelumnya serta beberapa observasi *outlier*. Hubungan antara saham ANTM dan PSAB dapat dilihat pada Gambar 4.18.



**Gambar 4.18** Bagan Hubungan Harga Saham ANTM dan PSAB

PT. Aneka Tambang (Persero) Tbk berdasarkan (ANTAM, 2016) merupakan perusahaan BUMN sejak tahun 1968. PT. Aneka Tambang (Persero) Tbk merupakan perusahaan pertambangan

yang memiliki komoditas yang terdiversifikasi dan memiliki operasi yang terintegrasi serta berorientasi ekspor dengan wilayah operasi yang tersebar di seluruh Indonesia. Harga emas yang diproduksi ANTM juga dijadikan acuan harga emas di Indonesia. Perusahaan lain yang memproduksi emas tentunya mengikuti harga emas ANTM dan secara tidak langsung harga saham ANTM akan mempengaruhi harga saham PSAB.

Perhitungan model VARX(2,1,0) hingga diperoleh persamaan (1) dan (2) dijabarkan sebagai berikut:

$$(\mathbf{I} - \Phi_1 B^1 - \Phi_2 B^2)(1 - B)\dot{\mathbf{Z}}_t = \mathbf{a}_t$$

$$\dot{\mathbf{Z}}_t = \dot{\mathbf{Z}}_{t-1} + \Phi_1 \dot{\mathbf{Z}}_{t-1} - \Phi_1 \dot{\mathbf{Z}}_{t-2} + \Phi_2 \dot{\mathbf{Z}}_{t-2} - \Phi_2 \dot{\mathbf{Z}}_{t-3} + (\beta_0 + \beta_1 B)\mathbf{X}_t + \mathbf{a}_t$$

$$\begin{bmatrix} \dot{Z}_{2,t} \\ \dot{Z}_{3,t} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dot{Z}_{2,t-1} \\ \dot{Z}_{3,t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0.00 & 0.00 \\ 0.00 & 0.00 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{Z}_{2,t-1} \\ \dot{Z}_{3,t-1} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 0.00 & 0.00 \\ 0.00 & 0.00 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{Z}_{2,t-2} \\ \dot{Z}_{3,t-2} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -0.12 & 0.00 \\ -0.27 & 0.03 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{Z}_{2,t-2} \\ \dot{Z}_{3,t-2} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} -0.12 & 0.00 \\ -0.27 & 0.03 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{Z}_{2,t-3} \\ \dot{Z}_{3,t-3} \end{bmatrix} + (\beta_0 + \beta_1 B)\mathbf{X}_t + \begin{bmatrix} a_{2,t} \\ a_{3,t} \end{bmatrix}$$

$$\begin{aligned} \dot{Z}_{2,t} = & \dot{Z}_{2,t-1} - 0.12\dot{Z}_{2,t-2} + 0.12\dot{Z}_{2,t-3} - 76.67X_{2,t}^{(124)} + 119.15X_{2,t}^{(139)} \\ & + 49.16X_{2,t-1}^{(139)} + 92.40X_{2,t}^{(145)} + 109.72X_{2,t}^{(160)} - 74.19X_{2,t}^{(181)} \\ & - 79.87X_{2,t}^{(254)} + 72.43X_{2,t}^{(342)} + 103.52X_{2,t}^{(408)} + 96.22X_{2,t}^{(676)} + a_{2,t} \quad \dots(1) \end{aligned}$$

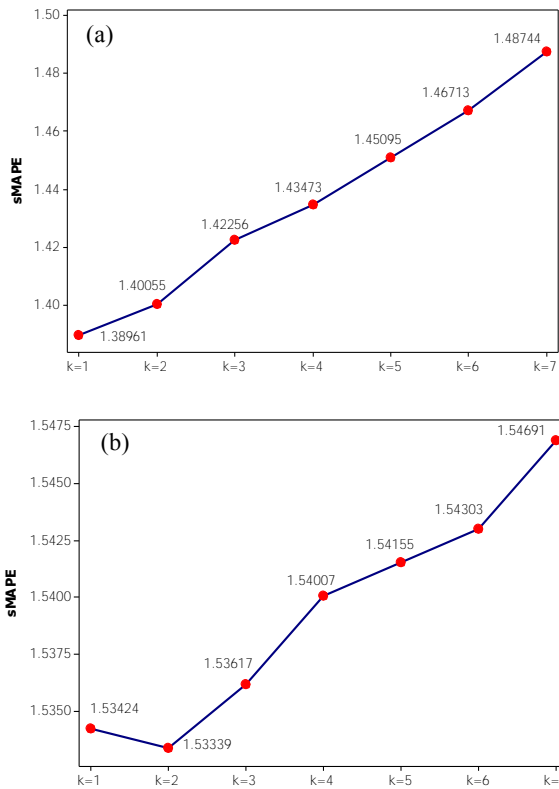
$$\begin{aligned} \dot{Z}_{3,t} = & \dot{Z}_{3,t-1} - 0.27\dot{Z}_{2,t-2} + 0.03\dot{Z}_{3,t-2} + 0.27\dot{Z}_{2,t-3} - 0.03\dot{Z}_{3,t-3} - 227.32X_{3,t}^{(124)} \\ & - 425X_{3,t}^{(145)} + 432.12X_{3,t-1}^{(145)} + 669.40X_{3,t}^{(393)} - 231.20X_{3,t-1}^{(393)} + 647.52X_{3,t}^{(435)} \\ & - 151.64X_{3,t-1}^{(435)} - 4245.06X_{3,t}^{(449)} + 199.38X_{3,t-1}^{(408)} + a_{3,t} \quad \dots(2) \end{aligned}$$

## f. Forecast

Model yang sudah didapatkan perlu dihitung akurasi modelnya untuk mengetahui sampai berapa tahap kedepan model tersebut baik untuk digunakan untuk meramalkan harga saham ANTM dan PSAB. Hasil perhitungan akurasi model VARX(2,1,0) ditunjukkan pada Tabel 4.23 dan Gambar 4.19.

**Tabel 4.23** Perhitungan Akurasi Model VARX(2,1,0)

$k$	Saham ANTM	Saham PSAB
	sMAPE (%)	sMAPE (%)
$k = 1$	1.38961	1.53424
$k = 2$	1.40055	1.53339
$k = 3$	1.42256	1.53617
$k = 4$	1.43473	1.54007
$k = 5$	1.45095	1.54155
$k = 6$	1.46713	1.54303
$k = 7$	1.48744	1.54691

**Gambar 4.19** Akurasi Model VARX(2,1,0) (a)ANTM dan (b)PSAB

Nilai sMAPE saham ANTM dan PSAB cenderung mengalami kenaikan seiring dengan panjang periode *forecast* ( $k$ ). Kenaikan dari *forecast* ke-1 hingga ke-7 tetapi tidak terlalu besar dan nilai sMAPE untuk saham PSAB sempat mengalami penurunan pada periode *forecast* kedua. Sehingga, dapat dikatakan bahwa model VARX(2,1,0) masih baik untuk digunakan *forecast* harga saham ANTM dan PSAB selama 7 periode kedepan.

Hasil *forecast* untuk 7 periode ke depan yang diperoleh dari model VARX(2,1,0) dapat dilihat pada Tabel 4.24 dan 4.25 sebagai berikut.

**Tabel 4.24** Rincian Hasil *Forecast* Saham ANTM

No.	Tanggal	Hasil <i>Forecast</i>	Batas Bawah	Batas Atas
1	4/1/2016	462.967	423.187	502.747
2	4/4/2016	461.115	421.359	500.871
3	4/5/2016	500.345	460.517	540.172
4	4/6/2016	495.519	455.715	535.322
5	4/7/2016	520.000	480.180	559.820
6	4/8/2016	622.757	582.304	663.211
7	4/11/2016	633.363	592.901	673.825

**Tabel 4.25** Rincian Hasil *Forecast* Saham PSAB

No.	Tanggal	Hasil <i>Forecast</i>	Batas Bawah	Batas Atas
1	4/1/2016	1082.96	753.61	1412.32
2	4/4/2016	1169.96	840.75	1499.17
3	4/5/2016	1153.51	824.49	1482.53
4	4/6/2016	1108.61	779.78	1437.44
5	4/7/2016	1119.06	790.43	1447.69
6	4/8/2016	1114.51	786.04	1442.97
7	4/11/2016	1076.09	747.82	1404.37

Harga saham ANTM untuk 7 periode kedepan akan berada pada kisaran harga 400 hingga 600 sedangkan harga saham PSAB akan berada pada kisaran harga 1000 hingga 1100.

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

dan terdapat periode dimana harga saham ini turun secara drastis. PSAB mengalami kerugian pada tahun 2013, 2014, Januari 2016 dan Februari 2016 dilihat dari nilai *return* yang dihasilkan.

2. Hasil *forecast* harga saham MDKA, ANTM dan PSAB yaitu :
  - a. Model terpilih yang dapat digunakan untuk meramalkan harga saham MDKA yaitu ARIMAX(1,0,0). Model ini masih baik untuk digunakan *forecast* selama 7 periode kedepan apabila dilihat dari akurasi model yang dihasilkan. Hasil *forecast* untuk 7 periode kedepan cenderung konstan karena harga saham MDKA tidak terlalu berfluktuatif sehingga investor yang berinvestasi pada saham ini tidak akan terlalu khawatir terhadap perubahan harga.
  - b. Model yang dapat digunakan untuk meramalkan harga saham ANTM dan PSAB yaitu VARX(2,1,0). Model ini masih baik untuk digunakan *forecast* selama 7 periode kedepan apabila dilihat dari akurasi model yang dihasilkan. Berdasarkan model VARX(2,1,0) dapat diketahui bahwa harga saham ANTM ternyata mempengaruhi harga saham PSAB.

## 5.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah dalam melakukan *forecast* sebaiknya untuk beberapa hari kedepan saja karena semakin panjang periode *forecast* yang diinginkan maka ketepatan *forecast* umumnya semakin berkurang. Harga saham MDKA, ANTM dan PSAB dimodelkan menggunakan metode lain yang mungkin lebih sesuai. Gambaran mengenai resiko ketiga saham tersebut juga dapat lebih memberikan informasi yang berguna.

## DAFTAR PUSTAKA

- Al Arif, M. M & Tohari, A. (2006). Peranan Kebijakan Moneter Dalam Menjaga Stabilitas Perekonomian Indonesia Sebagai Respon Terhadap Fluktuasi Perekonomian Dunia. *Buletin Ekonomi Moneter dan Perbankan*.
- ANTAM. (2016). *Kegiatan Kami*. Retrieved Juni 20, 2016, from [http://www.antam.com/index.php?option=com\\_content&task=view&id=24&Itemid=3&lang=id](http://www.antam.com/index.php?option=com_content&task=view&id=24&Itemid=3&lang=id).
- BEI. (2010a). *Mengenal Pasar Modal*. Retrieved Maret 4, 2016, from <http://www.idx.co.id/id-id/beranda/informasi/bagiinvestor/pengantarpasarmodal.aspx>.
- BEI. (2010b). *Buku Panduan Indeks Harga Saham Bursa Efek Indonesia*. Jakarta.
- Box, G. E. P., Jenkins, G. M. & Reinsel, G. C. (2008). *Time Series Analysis Forecasting and Control* (4<sup>th</sup> ed.). Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- Bowerman B.L, & O'Connell, D. (1993). *Forecasting and Time Series: An Applied Approach* (3<sup>th</sup> ed.). California: Duxbury Press.
- Cheng, T. C, Hsieh, P. H, & Yang, S. F. (2011). On The Hotelling  $T^2$  Control Chart for the Vector Autoregressive Process. *Proceedings of the 2011 IEEE ICQR*.
- Cryer, J. D. & Chan, K. S. (2008). *Time Series Analysis With Applications in R* (2<sup>nd</sup> ed.). New York: Springer.
- Daniel, W.W. (1989). *Statistika Nonparametrik Terapan*. Alex Tri Kuntjoro (Trans). Jakarta: PT. Gramedia.
- Gujarati, D. (2004). *Basic Econometrics* (4<sup>th</sup> ed.). New York: The McGraw-Hill Companies.



- Ihsan, M. (2014). *J Resources Mining Jual Saham PSAB Rp75.5 Miliar*. Retrieved Juni 20, 2016, from <http://m.bisnis.com/market/read/20140929/192/261006/j-resources-mining-jual-saham-psab-rp755-miliar>
- Johnson, R. A & Bhattacharyya, G. K. (2010). *Statistics Principles and Methods* (6<sup>th</sup> ed.). United States of America: John Wiley & Sons, Inc.
- Johnson, R. A & Winchern, D. W. (2007). *Applied Multivariate Statistical Analysis*. New Jersey: Pearson Education, Inc.
- Kostenko, A. V & Hyndman, R. J. (2008). Forecasting Without Significance Tests?.
- Kurnia, A. S. (2005). Analisis Interdependensi Neraca Transaksi Berjalan-Neraca Modal Indonesia Pendekatan Model Vector Autoregressive dan Vector Error Correction 1981.1-2002.3. *Jurnal Ekonomi Pembangunan* Vol. 10 No. 1.
- Kusuma, D. R. (2016, Februari 12). Harga Emas Diramal 'Loncat' 30% Tahun Ini. *Finance Detik* [online]. Retrieved Februari 11, 2016, from <http://finance.detik.com/read/2016/02/12/080021/3140077/4/harga-emas-diramal-loncat-30-tahun-ini>.
- Makridakis, S. & Hibon, M. (2000). The M3-Competition: Result, Conclusion, and Implications. *International Journal of Forecasting* 16 451-476.
- Maruddani, D. A. I & Safitri, D. (2008). Vector Autoregressive (VAR) Untuk Peramalan Harga Saham PT. Indofood Sukses Makmur Tbk. *Jurnal Matematika* Vol. 11 No. 1.
- Melanion, A. (2016, Februari 11). Harga Emas Stabil Usai Komentar Yellen. *Liputan 6* [online]. Retrieved Februari 11, 2016, from <http://bisnis.liputan6.com/read/2433288/harga-emas-stabil-usai-komentar-yellen>.

- Montgomery, D. C. (2009). *Introduction to Statistical Quality Control* (6<sup>th</sup> ed.). New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Ningtyas. (2015, November 26). Rusuh Tambang Emas di Banyuwangi, Ini Penyebabnya. *Tempo* [online]. Retrieved Juni 13, 2016, from <https://m.tempo.co/read/news/2015/11/26/058722391/rusuh-tambang-emas-di-banyuwangi-ini-penyebabnya>.
- SahamOK. (2015). *Perusahaan Penghasil Bahan Baku Sektor Pertambangan Sub Sektor Pertambangan Logam & Mineral Lainnya*. Retrieved Maret 4, 2016, from <http://www.sahamok.com/emiten/sektor-pertambangan/sub-sektor-pertambangan-logam-mineral-lainnya/>.
- SahamOK. (2016). *Apa Penyebab Harga Saham Naik atau Turun?*. Retrieved Juni 20, 2016, from <http://www.sahamok.com/apapenyebab/harga-saham-naik-atau-turun/>.
- Syafputri, E. (2012). *Investasi Emas, Dinar, & Dirham*. Jakarta: Penebar Plus.
- Taqiyyah, B. (2015, September 27). Market Kembali Cemas, Kilau Emas Mentereng. *Investasi Kontan* [online]. Retrieved Februari 11, 2016, from <http://investasi.kontan.co.id/news/market-kembali-cemas-kilau-emas-mentereng>.
- Tsay, R. S. (2014). *Multivariate Time Series Analysis With R and Financial Applications*. Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- Wei, W. W. (2006). *Time Series Analysis Univariate and Multivariate Methods* (2<sup>nd</sup> ed.). New York: Pearson Education, Inc.
- Winarto, Y. (2016, Februari 03). Emas Semakin Menjadi Primadona di 2016. *Fokus Kontan* [online]. Retrieved Februari 11, 2016, from <http://fokus.kontan.co.id/news/emas-semakin-menjadi-primadona-di-2016>.

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## LAMPIRAN

### Lampiran 1

Data harga saham MDKA, ANTM dan PSAB

Tanggal	MDKA	Tanggal	ANTM	Tanggal	PSAB
6/19/2015	2270	1/1/2013	1075.17	1/1/2013	4775.001
6/22/2015	2200	1/2/2013	1117.17	1/2/2013	4875.003
6/23/2015	2095	1/3/2013	1142.37	1/3/2013	4825.002
6/24/2015	2040	1/4/2013	1142.37	1/4/2013	4775.001
6/25/2015	2005	1/7/2013	1125.57	1/7/2013	4700.003
6/26/2015	2005	1/8/2013	1159.17	1/8/2013	4749.996
6/29/2015	2000	1/9/2013	1150.77	1/9/2013	4700.003
6/30/2015	2000	1/10/2013	1133.97	1/10/2013	4600.001
7/1/2015	2000	1/11/2013	1159.17	1/11/2013	4600.001
7/2/2015	2000	1/14/2013	1209.57	1/14/2013	4674.999
7/3/2015	2000	1/15/2013	1192.77	1/15/2013	4674.999
7/6/2015	2000	1/16/2013	1175.97	1/16/2013	4650.002
7/7/2015	2000	1/17/2013	1142.37	1/17/2013	4600.001
7/8/2015	2000	1/18/2013	1133.97	1/18/2013	4574.996
7/9/2015	2000	1/21/2013	1142.37	1/21/2013	4574.996
7/10/2015	2000	1/22/2013	1100.37	1/22/2013	4574.996
7/13/2015	2000	1/23/2013	1117.17	1/23/2013	4449.997
7/14/2015	2000	1/24/2013	1117.17	1/24/2013	4449.997
7/15/2015	2000	1/25/2013	1100.37	1/25/2013	4399.996
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
3/28/2016	1625	3/28/2016	459	3/28/2016	1080
3/29/2016	1950	3/29/2016	456	3/29/2016	1080
3/30/2016	1970	3/30/2016	465	3/30/2016	1095
3/31/2016	1970	3/31/2016	464	3/31/2016	1085

Lampiran 2

Output Minitab statistika deskriptif dan korelasi

Descriptive Statistics: MDKA, ANTM, PSAB						
Variable	Mean	StDev	Minimum	Maximum	Skewness	Kurtosis
MDKA	1972.8	87.2	1625.0	2270.0	-1.78	4.87
ANTM	830.71	282.78	287.00	1343.96	-0.49	-0.89
PSAB	2260.4	1525.5	525.0	5625.0	0.45	-1.17

Correlations: ANTM, PSAB	
Pearson correlation of ANTM and PSAB = 0.655	
P-Value = 0.000	
Matrix CORR1	
1.00000	0.65523
0.65523	1.00000

### Lampiran 3

*Syntax* SAS saham MDKA model ARIMA(1,0,0)

```
data saham;
input MDKA;
DATALINES;
2270
2200
2095
2040
2005
2005
2000
2000
2000
2000
2000
:
2000
1900
1900
1900
;
proc arima data=saham;
identify var = MDKA(0);
estimate p=1 method=cls;
forecast out= ramalan lead=7;
outlier maxnum=164;
run;
proc print data=ramalan;
run;
proc univariate data=ramalan normal;
var residual;
run;
proc print
```

## Lampiran 4

### Output SAS saham MDKA model ARIMA(1,0,0)

The ARIMA Procedure									
Conditional Least Squares Estimation									
Parameter	Standard Estimate	Error	Approx t Value	Pr >  t	Lag				
MU	2012.7	6.06061	332.10	<.0001	0				
AR1,1	0.62413	0.06499	9.60	<.0001	1				
Constant Estimate			756.5147						
Variance Estimate			867.9446						
Std Error Estimate			29.4609						
AIC			1577.045						
SBC			1583.244						
Number of Residuals			164						
* AIC and SBC do not include log determinant.									
Autocorrelation Check of Residuals									
To Lag	Chi-Square	DF	Pr > ChiSq	-----Autocorrelations-----					
6	1.01	5	0.9620	0.004	0.004	-0.027	-0.010	-0.017	0.069
12	1.72	11	0.9993	0.008	0.045	0.032	-0.003	-0.022	-0.021
18	2.33	17	1.0000	0.035	-0.012	-0.007	0.043	-0.008	0.001
24	7.84	23	0.9986	-0.031	-0.042	-0.019	0.082	-0.061	0.122
30	9.49	29	0.9998	-0.073	0.005	-0.015	-0.020	-0.043	0.023
Outlier Detection Summary									
Maximum number searched			163						
Number found			8						
Significance used			0.05						
Outlier Details									
Obs	Type	Estimate	Chi-Square	Approx Prob> ChiSq					
1	Additive	140.39024	388.07	<.0001					
162	Shift	-106.53262	286.60	<.0001					
2	Additive	97.81942	261.79	<.0001					
109	Additive	-94.55629	244.62	<.0001					
55	Additive	-78.83552	170.04	<.0001					
85	Additive	-64.76871	114.77	<.0001					
87	Additive	-64.76871	114.77	<.0001					
103	Additive	-54.04794	79.92	<.0001					
Tests for Normality									
Test	--Statistic--			-----p Value-----					
Shapiro-Wilk	W	0.596461	Pr < W	<0.0001					
Kolmogorov-Smirnov	D	0.275126	Pr > D	<0.0100					
Cramer-von Mises	W-Sq	3.57165	Pr > W-Sq	<0.0050					
Anderson-Darling	A-Sq	17.73641	Pr > A-Sq	<0.0050					

## Lampiran 5

*Syntax SAS outlier saham MDKA model ARIMAX(1,0,0)*

```
data saham;
input MDKA;
datalines;
2270
:
1900
;
data saham;
set saham;
if _n_=1 then AONUM1=1;else AONUM1=0;
if _n_>=162 then LSNUM2=1;else LSNUM2=0;
if _n_=2 then AONUM3=1;else AONUM3=0;
if _n_=109 then AONUM4=1;else AONUM4=0;
if _n_=55 then AONUM5=1;else AONUM5=0;
if _n_=85 then AONUM6=1;else AONUM6=0;
if _n_=87 then AONUM7=1;else AONUM7=0;
if _n_=103 then AONUM8=1;else AONUM8=0;
run;
proc arima data=saham;
identify var=MDKA(0)
crosscorr=(AONUM1(1) LSNUM2(1) AONUM3(1)
AONUM4(1) AONUM5(1) AONUM6(1) AONUM7(1)
AONUM8(1)) noprint;
estimate p=1 input=(AONUM1 LSNUM2 AONUM3 AONUM4
AONUM5 AONUM6 AONUM7 AONUM8)
method=cls;
forecast out=ramalan lead=7;
run;
proc print data=ramalan;
run;
proc univariate data=ramalan normal;
var residual;
run;
```



## Lampiran 6

### Output SAS outlier saham MDKA model ARIMAX(1,0,0)

The ARIMA Procedure									
Conditional Least Squares Estimation									
Parameter	Estimate	Standard Error	t Value	Approx Pr >  t	Lag	Variable	Shift		
MU	2003.0	5.82082	344.11	<.0001	0	MDKA	0		
AR1,1	0.79971	0.05905	13.54	<.0001	1	MDKA	0		
NUM1	-253.77816	24.32155	-10.43	<.0001	0	AONUM1	0		
NUM2	-51.29333	11.96504	-4.29	<.0001	0	LSNUM2	0		
NUM3	-68.32157	13.79538	-4.95	<.0001	0	AONUM3	0		
NUM4	-44.95806	6.91812	-6.50	<.0001	0	AONUM4	0		
NUM5	-41.80323	6.89526	-6.06	<.0001	0	AONUM5	0		
NUM6	-38.73393	6.98741	-5.54	<.0001	0	AONUM6	0		
NUM7	-26.96992	6.98526	-3.86	0.0002	0	AONUM7	0		
NUM8	-26.67994	6.89688	-3.87	0.0002	0	AONUM8	0		
Constant Estimate				401.1709					
Variance Estimate				231.643					
Std Error Estimate				15.21982					
AIC				1359.821					
SBC				1390.759					
Number of Residuals				163					
* AIC and SBC do not include log determinant.									
Autocorrelation Check of Residuals									
To Lag	Chi-Square	DF	Pr > ChiSq	-----Autocorrelations-----					
6	6.01	5	0.3052	0.101	-0.103	-0.047	-0.090	0.027	0.064
12	10.95	11	0.4473	0.065	0.063	0.068	-0.026	-0.116	0.035
18	15.75	17	0.5415	0.010	-0.029	-0.037	0.074	0.080	-0.109
24	21.91	23	0.5259	-0.104	-0.120	0.023	0.075	0.018	0.032
30	25.58	29	0.6479	0.007	-0.078	-0.037	-0.003	-0.099	-0.034
Tests for Normality									
Test		--Statistic--		-----p Value-----					
Shapiro-Wilk		W	0.808696	Pr < W	<0.0001				
Kolmogorov-Smirnov		D	0.282916	Pr > D	<0.0100				
Cramer-von Mises		W-Sq	2.602171	Pr > W-Sq	<0.0050				
Anderson-Darling		A-Sq	12.32928	Pr > A-Sq	<0.0050				

## Lampiran 7

*Syntax* SAS saham MDKA untuk model ARIMA(0,0,2)

```
data saham;
input MDKA;
DATALINES;
2270
2200
2095
2040
2005
2005
2000
2000
2000
2000
:
2000
1900
1900
1900
;
proc arima data=saham;
identify var = MDKA(0);
estimate q=2 method=cls;
forecast out= ramalan lead=7;
outlier maxnum=164;
run;
proc print data=ramalan;
run;
proc univariate data=ramalan normal;
var residual;
run;
proc print
```

## Lampiran 8

### Output SAS saham MDKA untuk model ARIMA(0,0,2)

The ARIMA Procedure									
Conditional Least Squares Estimation									
Parameter	Estimate		Standard Error	t Value	Approx Pr >  t	Lag			
MU	2009.1		4.32706	464.31	<.0001	0			
MA1,1	-0.58679		0.07611	-7.71	<.0001	1			
MA1,2	-0.27087		0.07613	-3.56	0.0005	2			
Constant Estimate			2009.079						
Variance Estimate			898.3704						
Std Error Estimate			29.97283						
AIC			1583.68						
SBC			1592.979						
Number of Residuals			164						
* AIC and SBC do not include log determinant.									
Autocorrelation Check of Residuals									
To Lag	Chi-Square	DF	Pr > ChiSq	-----Autocorrelations-----					
6	5.41	4	0.2474	0.038	0.082	0.127	-0.004	0.004	0.087
12	6.07	10	0.8097	0.005	0.041	0.033	-0.005	-0.018	-0.023
18	6.72	16	0.9784	0.031	-0.020	-0.014	0.035	-0.026	-0.009
24	11.35	22	0.9694	-0.022	-0.055	-0.011	0.057	-0.077	0.106
30	13.65	28	0.9895	-0.078	-0.016	-0.016	-0.048	-0.052	0.007
Outlier Detection Summary									
Maximum number searched				163					
Number found				8					
Significance used				0.05					
Outlier Details									
Obs	Type	Estimate	Chi-Square	Approx Prob> ChiSq					
1	Additive	159.02818	226.98	<.0001					
162	Shift	-106.52268	148.79	<.0001					
2	Additive	105.96123	146.58	<.0001					
109	Additive	-97.29578	122.28	<.0001					
55	Additive	-77.61824	80.18	<.0001					
85	Additive	-64.04375	68.56	<.0001					
87	Additive	-63.72146	68.35	<.0001					
103	Additive	-56.02966	62.81	<.0001					
Tests for Normality									
Test	--Statistic--	-----p Value-----							
Shapiro-Wilk	W	0.628496	Pr < W	<0.0001					
Kolmogorov-Smirnov	D	0.22596	Pr > D	<0.0100					
Cramer-von Mises	W-Sq	2.684672	Pr > W-Sq	<0.0050					
Anderson-Darling	A-Sq	14.16481	Pr > A-Sq	<0.0050					

## Lampiran 9

*Syntax SAS outlier saham MDKA model ARIMAX(0,0,2)*

```
data saham;
input MDKA;
datalines;
2270
:
1900
;
data saham;
set saham;
if _n_=1 then AONUM1=1;else AONUM1=0;
if _n_>=162 then LSNUM2=1;else LSNUM2=0;
if _n_=2 then AONUM3=1;else AONUM3=0;
if _n_=109 then AONUM4=1;else AONUM4=0;
if _n_=55 then AONUM5=1;else AONUM5=0;
if _n_=85 then AONUM6=1;else AONUM6=0;
if _n_=87 then AONUM7=1;else AONUM7=0;
if _n_=103 then AONUM8=1;else AONUM8=0;
run;
proc arima data=saham;
identify var=MDKA(0)
crosscorr=(AONUM1(1)      LSNUM2(1)      AONUM3(1)
AONUM4(1)  AONUM5(1)  AONUM6(1)  AONUM7(1)
AONUM8(1)) noprint;
estimate q=2 input=(AONUM1 LSNUM2 AONUM3 AONUM4
AONUM5 AONUM6 AONUM7 AONUM8)
noconstant method=cls;
forecast out=ramalan lead=7;
run;
proc print data=ramalan;
run;
proc univariate data=ramalan normal;
var residual;
run;
```

Lampiran 10

Output SAS outlier saham MDKA model ARIMAX(0,0,2)

The ARIMA Procedure									
Conditional Least Squares Estimation									
Parameter	Estimate	Standard Error	t Value	Approx Pr >  t	Lag	Variable	Shift		
MA1,1	-1.62506	0.09955	-16.32	<.0001	1	MDKA	0		
MA1,2	-1.00000	0.07629	-13.11	<.0001	2	MDKA	0		
NUM1	-2189.4	314.70114	-6.96	<.0001	0	AONUM1	0		
NUM2	-38.71477	250.94721	-0.15	0.8776	0	LSNUM2	0		
NUM3	-563.89509	158.10048	-3.57	0.0005	0	AONUM3	0		
NUM4	-43.32191	87.12314	-0.50	0.6197	0	AONUM4	0		
NUM5	-15.09071	87.69090	-0.17	0.8636	0	AONUM5	0		
NUM6	-11.22817	90.87388	-0.12	0.9018	0	AONUM6	0		
NUM7	-76.34601	96.83218	-0.79	0.4317	0	AONUM7	0		
NUM8	-31.46681	99.21718	-0.32	0.7516	0	AONUM8	0		
Variance Estimate				329861.7					
Std Error Estimate				574.3359					
AIC				2543.402					
SBC				2574.339					
Number of Residuals				163					
* AIC and SBC do not include log determinant.									
Autocorrelation Check of Residuals									
To Lag	Chi-Square	DF	Pr > ChiSq	-----Autocorrelations-----					
6	942.73	4	<.0001	0.972	0.979	0.974	0.955	0.969	0.944
12	1854.60	10	<.0001	0.949	0.943	0.927	0.936	0.915	0.918
18	2729.93	16	<.0001	0.911	0.898	0.904	0.886	0.887	0.881
24	3567.07	22	<.0001	0.868	0.872	0.857	0.855	0.850	0.838
30	4370.96	28	<.0001	0.841	0.827	0.824	0.821	0.807	0.810
Tests for Normality									
Test		--Statistic--		-----p Value-----					
Shapiro-Wilk		W	0.989911	Pr < W	0.2988				
Kolmogorov-Smirnov		D	0.06689	Pr > D	0.0745				
Cramer-von Mises		W-Sq	0.078065	Pr > W-Sq	0.2247				
Anderson-Darling		A-Sq	0.470842	Pr > A-Sq	0.2467				

## Lampiran 11

### Perhitungan kriteria kebaikan model ARIMA(1,0,0) MDKA

No	Tanggal	Data Aktual	Data Fits	Residual	SMAPE	RMSE
1	2/4/2016	1900	1942.37	-42.37	0.0220541	1795.2169
2	2/5/2016	1900	1968.81	-68.81	0.0355717	4734.8161
3	2/8/2016	1900	1985.32	-85.32	0.0439192	7279.5024
4	2/9/2016	1900	1995.62	-95.62	0.049091	9143.1844
5	2/10/2016	1900	2002.05	-102.05	0.0523058	10414.203
6	2/11/2016	1900	2006.06	-106.06	0.0543054	11248.724
7	2/12/2016	1900	2008.57	-108.57	0.0555548	11787.445
8	2/15/2016	1900	2010.13	-110.13	0.0563306	12128.617
9	2/16/2016	1900	2011.11	-111.11	0.0568176	12345.432
10	2/17/2016	1900	2011.71	-111.71	0.0571157	12479.124
11	2/18/2016	1900	2012.09	-112.09	0.0573044	12564.168
12	2/19/2016	1900	2012.33	-112.33	0.0574236	12618.029
13	2/22/2016	1900	2012.48	-112.48	0.0574981	12651.75
14	2/23/2016	1900	2012.57	-112.57	0.0575427	12672.005
15	2/24/2016	1900	2012.63	-112.63	0.0575725	12685.517
16	2/25/2016	1900	2012.67	-112.67	0.0575924	12694.529
17	2/26/2016	1900	2012.69	-112.69	0.0576023	12699.036
18	2/29/2016	1900	2012.7	-112.7	0.0576073	12701.29
19	3/1/2016	1900	2012.71	-112.71	0.0576122	12703.544
20	3/2/2016	1825	2012.72	-187.72	0.0978289	35238.798
21	3/3/2016	1825	2012.72	-187.72	0.0978289	35238.798
22	3/4/2016	1825	2012.72	-187.72	0.0978289	35238.798
23	3/7/2016	1850	2012.72	-162.72	0.0842515	26477.798
24	3/8/2016	1825	2012.72	-187.72	0.0978289	35238.798
25	3/9/2016	1825	2012.72	-187.72	0.0978289	35238.798

**Lampiran 11 (Lanjutan)**

No	Tanggal	Data Aktual	Data Fits	Residual	SMAPE	RMSE
26	3/10/2016	1895	2012.72	-117.72	0.06025	13857.998
27	3/11/2016	1850	2012.72	-162.72	0.0842515	26477.798
28	3/14/2016	1725	2012.72	-287.72	0.1539548	82782.798
29	3/15/2016	1700	2012.72	-312.72	0.1684587	97793.798
30	3/16/2016	1705	2012.73	-307.73	0.1655473	94697.753
31	3/17/2016	1700	2012.73	-312.73	0.1684636	97800.053
32	3/18/2016	1700	2012.73	-312.73	0.1684636	97800.053
33	3/21/2016	1700	2012.73	-312.73	0.1684636	97800.053
34	3/22/2016	1700	2012.73	-312.73	0.1684636	97800.053
35	3/23/2016	1700	2012.73	-312.73	0.1684636	97800.053
36	3/24/2016	1660	2012.73	-352.73	0.1920806	124418.45
37	3/25/2016	1660	2012.73	-352.73	0.1920806	124418.45
38	3/28/2016	1625	2012.73	-387.73	0.2131714	150334.55
39	3/29/2016	1950	2012.73	-62.73	0.03166	3935.0529
40	3/30/2016	1970	2012.73	-42.73	0.0214576	1825.8529
41	3/31/2016	1970	2012.73	-42.73	0.0214576	1825.8529
					<b>9.07538</b>	<b>198.8618</b>

## Lampiran 12

### Perhitungan kriteria kebaikan model ARIMAX(1,0,0) MDKA

No	Tanggal	Data Aktual	Data Fits	Residual	SMAPE	RMSE
1	2/4/2016	1900	1920.6268	-20.62681	0.0107976	425.47
2	2/5/2016	1900	1937.1224	-37.12235	0.0193491	1378.07
3	2/8/2016	1900	1950.3141	-50.31407	0.026135	2531.51
4	2/9/2016	1900	1960.8637	-60.86366	0.0315285	3704.39
5	2/10/2016	1900	1969.3003	-69.30031	0.0358206	4802.53
6	2/11/2016	1900	1976.0472	-76.04722	0.0392396	5783.18
7	2/12/2016	1900	1981.4428	-81.44281	0.0419652	6632.93
8	2/15/2016	1900	1985.7577	-85.75774	0.0441395	7354.39
9	2/16/2016	1900	1989.2084	-89.20844	0.0458749	7958.15
10	2/17/2016	1900	1991.968	-91.96802	0.0472604	8458.12
11	2/18/2016	1900	1994.1749	-94.17489	0.0483671	8868.91
12	2/19/2016	1900	1995.9398	-95.93976	0.0492512	9204.44
13	2/22/2016	1900	1997.3512	-97.35115	0.0499576	9477.25
14	2/23/2016	1900	1998.4799	-98.47985	0.0505222	9698.28
15	2/24/2016	1900	1999.3825	-99.38249	0.0509735	9876.88
16	2/25/2016	1900	2000.1044	-100.1043	0.0513342	10020.88
17	2/26/2016	1900	2000.6816	-100.6816	0.0516226	10136.79
18	2/29/2016	1900	2001.1433	-101.1432	0.0518532	10229.96
19	3/1/2016	1900	2001.5125	-101.5124	0.0520375	10304.78
20	3/2/2016	1825	2001.8077	-176.8077	0.0924048	31260.97
21	3/3/2016	1825	2002.0438	-177.0438	0.0925225	31344.52
22	3/4/2016	1825	2002.2327	-177.2326	0.0926166	31411.42
23	3/7/2016	1850	2002.3837	-152.3836	0.0791114	23220.78
24	3/8/2016	1825	2002.5044	-177.504	0.092752	31507.82
25	3/9/2016	1825	2002.601	-177.601	0.0928002	31542.12



**Lampiran 12 (Lanjutan)**

No	Tanggal	Data Aktual	Data Fits	Residual	SMAPE	RMSE
26	3/10/2016	1895	2002.6782	-107.6782	0.0552525	11594.60
27	3/11/2016	1850	2002.74	-152.74	0.079289	23329.51
28	3/14/2016	1725	2002.7894	-277.7893	0.1490371	77166.95
29	3/15/2016	1700	2002.8289	-302.8288	0.1635662	91705.34
30	3/16/2016	1705	2002.8605	-297.8604	0.1606643	88720.86
31	3/17/2016	1700	2002.8857	-302.8857	0.1635944	91739.77
32	3/18/2016	1700	2002.9059	-302.9059	0.1636044	91752.01
33	3/21/2016	1700	2002.9221	-302.9221	0.1636125	91761.80
34	3/22/2016	1700	2002.935	-302.9350	0.1636189	91769.63
35	3/23/2016	1700	2002.9454	-302.9453	0.163624	91775.89
36	3/24/2016	1660	2002.9536	-342.9536	0.1872552	117617.18
37	3/25/2016	1660	2002.9602	-342.9602	0.1872585	117621.71
38	3/28/2016	1625	2002.9655	-377.9655	0.2083622	142857.93
39	3/29/2016	1950	2002.9697	-52.96973	0.0268	2805.79
40	3/30/2016	1970	2002.9731	-32.97311	0.0165987	1087.23
41	3/31/2016	1970	2002.9758	-32.97581	0.0166001	1087.40
					<b>8.314573</b>	<b>188.16</b>

### Lampiran 13

Perhitungan kriteria kebaikan model ARIMA(0,0,2) MDKA

No	Tanggal	Data Aktual	Data Fits	Residual	SMAPE	RMSE
1	2/4/2016	1900	1965.12	-65.12	0.0336962	4240.6144
2	2/5/2016	1900	1994.56	-94.56	0.04856	8941.5936
3	2/8/2016	1900	2009.08	-109.08	0.0558085	11898.446
4	2/9/2016	1900	2009.08	-109.08	0.0558085	11898.446
5	2/10/2016	1900	2009.08	-109.08	0.0558085	11898.446
6	2/11/2016	1900	2009.08	-109.08	0.0558085	11898.446
7	2/12/2016	1900	2009.08	-109.08	0.0558085	11898.446
8	2/15/2016	1900	2009.08	-109.08	0.0558085	11898.446
9	2/16/2016	1900	2009.08	-109.08	0.0558085	11898.446
10	2/17/2016	1900	2009.08	-109.08	0.0558085	11898.446
11	2/18/2016	1900	2009.08	-109.08	0.0558085	11898.446
12	2/19/2016	1900	2009.08	-109.08	0.0558085	11898.446
13	2/22/2016	1900	2009.08	-109.08	0.0558085	11898.446
14	2/23/2016	1900	2009.08	-109.08	0.0558085	11898.446
15	2/24/2016	1900	2009.08	-109.08	0.0558085	11898.446
16	2/25/2016	1900	2009.08	-109.08	0.0558085	11898.446
17	2/26/2016	1900	2009.08	-109.08	0.0558085	11898.446
18	2/29/2016	1900	2009.08	-109.08	0.0558085	11898.446
19	3/1/2016	1900	2009.08	-109.08	0.0558085	11898.446
20	3/2/2016	1825	2009.08	-184.08	0.096023	33885.446
21	3/3/2016	1825	2009.08	-184.08	0.096023	33885.446
22	3/4/2016	1825	2009.08	-184.08	0.096023	33885.446
23	3/7/2016	1850	2009.08	-159.08	0.0824445	25306.446
24	3/8/2016	1825	2009.08	-184.08	0.096023	33885.446
25	3/9/2016	1825	2009.08	-184.08	0.096023	33885.446

**Lampiran 13 (Lanjutan)**

No	Tanggal	Data Aktual	Data Fits	Residual	SMAPE	RMSE
26	3/10/2016	1895	2009.08	-114.08	0.0584414	13014.246
27	3/11/2016	1850	2009.08	-159.08	0.0824445	25306.446
28	3/14/2016	1725	2009.08	-284.08	0.1521553	80701.446
29	3/15/2016	1700	2009.08	-309.08	0.1666613	95530.446
30	3/16/2016	1705	2009.08	-304.08	0.1637445	92464.646
31	3/17/2016	1700	2009.08	-309.08	0.1666613	95530.446
32	3/18/2016	1700	2009.08	-309.08	0.1666613	95530.446
33	3/21/2016	1700	2009.08	-309.08	0.1666613	95530.446
34	3/22/2016	1700	2009.08	-309.08	0.1666613	95530.446
35	3/23/2016	1700	2009.08	-309.08	0.1666613	95530.446
36	3/24/2016	1660	2009.08	-349.08	0.190282	121856.85
37	3/25/2016	1660	2009.08	-349.08	0.190282	121856.85
38	3/28/2016	1625	2009.08	-384.08	0.2113767	147517.45
39	3/29/2016	1950	2009.08	-59.08	0.0298453	3490.4464
40	3/30/2016	1970	2009.08	-39.08	0.0196427	1527.2464
41	3/31/2016	1970	2009.08	-39.08	0.0196427	1527.2464
					<b>9.052161</b>	<b>197.0907</b>

### Lampiran 14

*Syntax SAS saham ANTM & PSAB model VAR(2[5],1,0) sebelum Restrict*

```
data saham;
input ANTM PSAB;
datalines;
  1075.17    4775.00
  1117.17    4875.00
  1142.37    4825.00
  1142.37    4775.00
  1125.57    4700.00
  1159.17    4750.00
  1150.77    4700.00
  1133.97    4600.00
  1159.17    4600.00
  1209.57    4675.00
  :          :
  499.786    630
  508.186    635
  516.586    635
  503.986    630
;
proc varmax data=saham;
model ANTM PSAB/ p=(1,2,5) dfest dify=(1) lagmax=30
noint minic=(p=4)
method=ls print=(corry parcoef pcorr pcancorr roots);
output lead=15 out=hasil;
run;
proc print data=hasil;
run;
proc export data=WORK.HASIL
  outfile='D:\resi.xls'
  dbms=excel
  replace;
run;
```

Lampiran 15

Output SAS saham ANTM & PSAB model VAR(2[5],1,0) sebelum Restrict

The VARMAX Procedure																															
Number of Observations														678																	
Number of Pairwise Missing														0																	
Observation(s) eliminated by differencing														1																	
Simple Summary Statistics																															
Variable	Type	N	Mean	Standard Deviation	Min	Max	Difference																								
ANTM	Dependent	678	-0.84245	21.94262	-84.00000	117.59000	1																								
PSAB	Dependent	678	-6.11357	185.19316	-4250.00000	680.00000	1																								
Dickey-Fuller Unit Root Tests																															
	Variable	Type	Rho	Pr < Rho	Tau	Pr < Tau																									
	ANTM	Zero Mean	-869.75	0.0001	-20.90	<.0001																									
		Single Mean	-874.32	0.0001	-20.94	<.0001																									
		Trend	-877.11	0.0001	-20.95	<.0001																									
	PSAB	Zero Mean	-658.76	0.0001	-18.12	<.0001																									
		Single Mean	-660.78	0.0001	-18.14	<.0001																									
		Trend	-660.82	0.0001	-18.12	<.0001																									
Schematic Representation of Cross Correlations																															
Variable/ Lag	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
ANTM	++	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
PSAB	++	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
+ is > 2*std error, - is < -2*std error, . is between																															
Minimum Information Criterion																															
Lag	MA 0		MA 1		MA 2		MA 3		MA 4		MA 5																				
AR 0	16.598194		16.61447		16.605848		16.613881		16.618375		16.622357																				
AR 1	16.60358		16.620292		16.613631		16.621369		16.619765		16.63042																				
AR 2	16.595718		16.613303		16.624762		16.631054		16.629371		16.637838																				
AR 3	16.607328		16.621446		16.631865		16.641303		16.640364		16.646677																				
AR 4	16.614648		16.620868		16.630988		16.640892		16.645862		16.655414																				
Schematic Representation of Partial Cross Correlations																															
Variable/ Lag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
ANTM	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	
PSAB	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	
+ is > 2*std error, - is < -2*std error, . is between																															

## Lampiran 15 (Lanjutan)

Model Parameter Estimates						
Equation	Parameter	Estimate	Standard Error	t Value	Pr >  t	Variable
ANTM	AR1_1_1	0.03919	0.03828	1.02	0.3063	ANTM(t-1)
	AR1_1_2	0.00239	0.00453	0.53	0.5983	PSAB(t-1)
	AR2_1_1	-0.14023	0.03829	-3.66	0.0003	ANTM(t-2)
	AR2_1_2	-0.00195	0.00453	-0.43	0.6670	PSAB(t-2)
	AR5_1_1	0.00393	0.03871	0.10	0.9192	ANTM(t-5)
PSAB	AR5_1_2	0.00985	0.00452	2.18	0.0296	PSAB(t-5)
	AR1_2_1	0.23808	0.32791	0.73	0.4681	ANTM(t-1)
	AR1_2_2	0.08570	0.03884	2.21	0.0277	PSAB(t-1)
	AR2_2_1	-0.22561	0.32797	-0.69	0.4918	ANTM(t-2)
	AR2_2_2	-0.02974	0.03884	-0.77	0.4442	PSAB(t-2)
	AR5_2_1	-0.09789	0.33160	-0.30	0.7679	ANTM(t-5)
	AR5_2_2	0.02041	0.03870	0.53	0.5980	PSAB(t-5)
Information Criteria						
		AICC	16.61057			
		HQC	16.6414			
		AIC	16.61025			
		SBC	16.69069			
		FPEC	16358328			
Portmanteau Test for Cross Correlations of Residuals						
Up To Lag	DF	Chi-Square	Pr > ChiSq			
6	4	3.85	0.4265			
7	8	5.82	0.6671			
8	12	8.50	0.7449			
9	16	11.54	0.7751			
10	20	15.42	0.7516			
11	24	20.02	0.6958			
12	28	23.60	0.7026			
13	32	24.16	0.8384			
14	36	38.26	0.3671			
15	40	40.30	0.4569			
16	44	41.73	0.5694			
17	48	43.53	0.6565			
18	52	45.39	0.7295			
19	56	46.59	0.8108			
20	60	47.78	0.8729			
21	64	49.13	0.9150			
22	68	49.91	0.9512			
23	72	51.24	0.9695			
24	76	51.49	0.9860			
25	80	54.75	0.9862			
26	84	55.16	0.9937			
27	88	55.88	0.9970			
28	92	62.39	0.9923			
29	96	63.14	0.9961			
30	100	68.16	0.9938			
Univariate Model White Noise Diagnostics						
Variable	Durbin Watson	Normality		ARCH		
		Chi-Square	Pr > ChiSq	F Value	Pr > F	
ANTM	2.00801	692.26	<.0001	9.12	0.0026	
PSAB	1.99983	9999.99	<.0001	0.17	0.6847	

## Lampiran 16

*Syntax* SAS saham ANTM & PSAB model VAR(2[5],1,0) setelah *Restrict*

```
data saham;
input ANTM PSAB;
datalines;
  1075.17    4775.00
  1117.17    4875.00
  1142.37    4825.00
  1142.37    4775.00
  1125.57    4700.00
  1159.17    4750.00
  1150.77    4700.00
  ⋮          ⋮
  499.786    630
  508.186    635
  516.586    635
  503.986    630
;
proc varmax data=saham;
model ANTM PSAB/ p=(1,2,5) dfest dify=(1) lagmax=30
noint minic=(p=4)
method=ls print=(corry parcoef pcorr pcancorr roots);
restrict AR(5,1,1)=0, AR(5,2,1)=0, AR(2,1,2)=0, AR(1,1,2)=0,
AR(5,2,2)=0, AR(2,2,1)=0, AR(1,2,1)=0, AR(2,2,2)=0,
AR(1,1,1)=0;
output lead=15 out=hasil;
run;
proc print data=hasil;
run;
proc export data=WORK.HASIL
  outfile='D:\resi.xls'
  dbms=excel
  replace;
run;
```

## Lampiran 17

*Output* SAS saham ANTM & PSAB model VAR(2[5],1,0) setelah *Restrict*

The VARMAX Procedure																															
			Number of Observations		678																										
			Number of Pairwise Missing		0																										
			Observation(s) eliminated by differencing		1																										
Simple Summary Statistics																															
Variable	Type	N	Mean	Standard Deviation	Min	Max	Difference																								
ANTM	Dependent	678	-0.84245	21.94262	-84.00000	117.59000	1																								
PSAB	Dependent	678	-6.11357	185.19316	-4250.00000	680.00000	1																								
Dickey-Fuller Unit Root Tests																															
Variable	Type		Rho	Pr < Rho	Tau	Pr < Tau																									
ANTM	Zero Mean		-869.75	0.0001	-20.90	<.0001																									
	Single Mean		-874.32	0.0001	-20.94	<.0001																									
	Trend		-877.11	0.0001	-20.95	<.0001																									
PSAB	Zero Mean		-658.76	0.0001	-18.12	<.0001																									
	Single Mean		-660.78	0.0001	-18.14	<.0001																									
	Trend		-660.82	0.0001	-18.12	<.0001																									
Schematic Representation of Cross Correlations																															
Variable/ Lag	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
ANTM	++	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
PSAB	++	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
+ is > 2*std error, - is < -2*std error, . is between																															
Minimum Information Criterion																															
Lag	MA 0		MA 1		MA 2		MA 3		MA 4		MA 5																				
AR 0	16.598194		16.61447		16.605848		16.613881		16.618375		16.622357																				
AR 1	16.60358		16.620292		16.613631		16.621369		16.619765		16.63042																				
AR 2	16.595718		16.613303		16.624762		16.631054		16.629371		16.637838																				
AR 3	16.607328		16.621446		16.631865		16.641303		16.640364		16.646677																				
AR 4	16.614648		16.620868		16.630988		16.640892		16.645862		16.655414																				
Schematic Representation of Partial Cross Correlations																															
Variable/ Lag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
ANTM	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	
PSAB	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	
+ is > 2*std error, - is < -2*std error, . is between																															



Lampiran 17 (Lanjutan)

Model Parameter Estimates						
Equation	Parameter	Estimate	Standard Error	t Value	Pr >  t	Variable
ANTM	AR1_1_1	0.00000	0.00000			ANTM(t-1)
	AR1_1_2	0.00000	0.00000			PSAB(t-1)
	AR2_1_1	-0.13747	0.03795	-3.62	0.0003	ANTM(t-2)
	AR2_1_2	0.00000	0.00000			PSAB(t-2)
	AR5_1_1	0.00000	0.00000			ANTM(t-5)
PSAB	AR5_1_2	0.00961	0.00448	2.14	0.0324	PSAB(t-5)
	AR1_2_1	0.00000	0.00000			ANTM(t-1)
	AR1_2_2	0.08266	0.03839	2.15	0.0316	PSAB(t-1)
	AR2_2_1	0.00000	0.00000			ANTM(t-2)
	AR2_2_2	0.00000	0.00000			PSAB(t-2)
	AR5_2_1	0.00000	0.00000			ANTM(t-5)
	AR5_2_2	0.00000	0.00000			PSAB(t-5)
Testing of the Restricted Parameters						
	Parameter	Estimate	Standard Error	t Value	Pr >  t	
	AR1_1_1	26.70710	26.32709	1.01	0.3107	
	AR1_1_2	130.23103	222.22182	0.59	0.5580	
	AR1_2_1	1.86801	3.06225	0.61	0.5421	
	AR2_1_2	-70.35927	222.18552	-0.32	0.7516	
	AR2_2_1	-2.25211	3.06347	-0.74	0.4625	
	AR2_2_2	-20.03460	25.96072	-0.77	0.4405	
	AR5_1_1	3.83672	25.93681	0.15	0.8824	
	AR5_2_1	-0.66063	3.04181	-0.22	0.8281	
	AR5_2_2	12.66037	25.96691	0.49	0.6260	
Information Criteria						
	AICC	16.6126				
	HQC	16.64343				
	AIC	16.61227				
	SBC	16.69272				
	FPEC	16391539				
Portmanteau Test for Cross Correlations of Residuals						
	Up To Lag	DF	Chi-Square	Pr > ChiSq		
	6	4	7.17	0.1272		
	7	8	9.36	0.3125		
	8	12	11.71	0.4694		
	9	16	14.70	0.5470		
	10	20	18.18	0.5752		
	11	24	22.37	0.5571		
	12	28	25.68	0.5908		
	13	32	26.28	0.7511		
	14	36	40.46	0.2797		
	15	40	42.46	0.3656		
	16	44	44.03	0.4703		
	17	48	45.73	0.5661		
	18	52	47.38	0.6557		
	19	56	48.41	0.7546		
	20	60	49.60	0.8287		
	21	64	51.02	0.8801		
	22	68	51.76	0.9283		
Univariate Model White Noise Diagnostics						
Variable	Durbin Watson	Normality		ARCH		Pr > F
		Chi-Square	Pr > ChiSq	F Value		
ANTM	1.92709	724.71	<.0001	10.21		0.0015
PSAB	1.99249	9999.99	<.0001	0.15		0.6987

## Lampiran 18

*Syntax* SAS saham ANTM & PSAB model VARX(2,1,0)

```
data saham;
input ANTM PSAB X1 X2 X3 X4 X5 X6 X7 X8 X9 X10
X11 X12 X13;
datalines;
1075.17 4775.001 0 0 ... 0
1117.17 4875.0031 0 0 ... 0
1142.37 4825.0021 0 0 ... 0
508.186 635 0 0 ... 0
516.586 635 0 0 ... 0
503.986 630 0 0 ... 0
;
proc varmax data=saham;
model ANTM PSAB=X1 X2 X3 X4 X5 X6 X7 X8 X9 X10
X11 X12 X13/ p=2 xlag=1 dftest dify=(1) lagmax=30
noint minic=(p=4)
method=ls print=(corry parcoef pcorr pcancorr roots);
restrict XL(0,2,10)=0, XL(1,2,7)=0, XL(1,2,12)=0, XL(1,2,6)=0,
AR(1,1,1)=0, XL(0,2,12)=0, XL(1,2,10)=0, XL(1,2,4)=0, XL(0,2,4)=0,
XL(1,1,10)=0, XL(0,2,7)=0, XL(0,2,6)=0, XL(1,1,2)=0, AR(2,1,2)=0,
XL(0,2,5)=0, XL(1,1,4)=0, XL(1,1,1)=0, XL(0,2,8)=0, XL(1,1,11)=0,
XL(1,2,1)=0, XL(1,1,5)=0, XL(1,1,8)=0, XL(0,1,10)=0, XL(0,1,9)=0,
XL(0,2,2)=0, XL(1,2,3)=0, XL(1,2,8)=0, XL(0,1,4)=0, XL(0,1,11)=0,
XL(0,2,3)=0, XL(1,2,5)=0, XL(0,2,9)=0, XL(1,1,9)=0, XL(1,2,11)=0,
XL(1,1,13)=0, AR(1,1,2)=0, XL(1,1,12)=0, XL(0,1,7)=0, XL(1,1,7)=0,
XL(0,2,1)=0, XL(0,1,6)=0, AR(2,2,1)=0, XL(0,1,1)=0, XL(0,1,12)=0,
XL(0,1,8)=0, AR(2,2,2)=0, XL(0,1,2)=0, XL(0,1,5)=0, AR(1,2,2)=0,
XL(0,2,11)=0, XL(1,2,2)=0, XL(1,2,13)=0, XL(1,1,6)=0, XL(0,1,13)=0;
output lead=15 out=hasil;
run;
proc print data=hasil;
run;
proc export data=WORK.HASIL
outfile='D:\TA.xls'
dbms=excel
replace;
run;
```

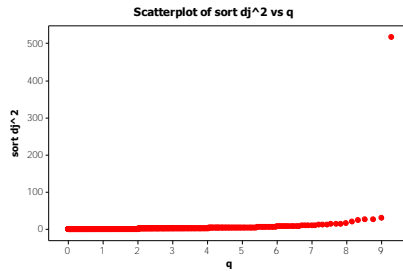


## Lampiran 19 (Lanjutan)

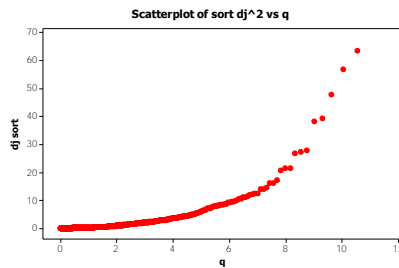
Model Parameter Estimates								
Equation	Parameter	Estimate	Standard Error	t Value	Pr >  t	Variable		
ANTM	XL0_1_1	0.00000	0.00000	5.65	0.0001	X1(t)		
	XL0_1_2	0.00000	0.00000			X2(t)		
	XL0_1_3	119.65171	21.17368			X3(t)		
	XL0_1_4	0.00000	0.00000			X4(t)		
	XL0_1_5	0.00000	0.00000			X5(t)		
	XL0_1_6	0.00000	0.00000			X6(t)		
	XL0_1_7	0.00000	0.00000			X7(t)		
	XL0_1_8	0.00000	0.00000			X8(t)		
	XL0_1_9	0.00000	0.00000			X9(t)		
	XL0_1_10	0.00000	0.00000	2.42	0.0158	X10(t)		
	XL0_1_11	0.00000	0.00000			X11(t)		
	XL0_1_12	0.00000	0.00000			X12(t)		
	XL0_1_13	0.00000	0.00000			X13(t)		
	XL1_1_1	0.00000	0.00000			X1(t-1)		
	XL1_1_2	0.00000	0.00000			X2(t-1)		
	XL1_1_3	51.51554	21.28626			X3(t-1)		
	XL1_1_4	0.00000	0.00000			X4(t-1)		
	XL1_1_5	0.00000	0.00000			X5(t-1)		
	XL1_1_6	0.00000	0.00000			X6(t-1)		
	XL1_1_7	0.00000	0.00000			X7(t-1)		
	XL1_1_8	0.00000	0.00000			X8(t-1)		
	XL1_1_9	0.00000	0.00000			X9(t-1)		
	XL1_1_10	0.00000	0.00000			X10(t-1)		
	XL1_1_11	0.00000	0.00000			X11(t-1)		
	XL1_1_12	0.00000	0.00000			X12(t-1)		
	XL1_1_13	0.00000	0.00000			X13(t-1)		
	AR1_1_1	0.00000	0.00000	-4.02	0.0001	ANTM(t-1)		
	AR1_1_2	0.00000	0.00000			PSAB(t-1)		
	AR2_1_1	-0.14998	0.03727			ANTM(t-2)		
	AR2_1_2	0.00000	0.00000			PSAB(t-2)		
PSAB	XL0_2_1	0.00000	0.00000			X1(t)		
	XL0_2_2	0.00000	0.00000			X2(t)		
	XL0_2_3	0.00000	0.00000			X3(t)		
	XL0_2_4	0.00000	0.00000			X4(t)		
	XL0_2_5	0.00000	0.00000			X5(t)		
Portmanteau Test for Cross Correlations of Residuals								
Up To Lag	DF	Chi-Square	Pr > ChiSq					
3	4	10.07	0.0393					
4	8	10.90	0.2072					
5	12	16.98	0.1505					
6	16	17.43	0.3585					
7	20	19.39	0.4966					
8	24	23.82	0.4721					
9	28	24.72	0.6431					
10	32	32.18	0.4579					
11	36	37.54	0.3985					
12	40	44.00	0.3062					
Univariate Model White Noise Diagnostics								
Variable	Durbin Watson	Normality	ARCH					
		Chi-Square	Pr > ChiSq	F Value	Pr > F			
ANTM	2.00695	536.84	<.0001	2.67	0.1030			
PSAB	2.11359	9385.82	<.0001	12.73	0.0004			

## Lampiran 20

Hasil perhitungan uji distribusi *multivariate* normal residual data ANTM dan PSAB



Sebelum Deteksi *Outlier*



Sesudah Deteksi *Outlier*

Sebelum Deteksi *Outlier*

### Correlations: sort dj<sup>2</sup>, q

Pearson correlation of sort dj<sup>2</sup> and q = 0.274  
P-Value = 0.000

Sesudah Deteksi *Outlier*

### Correlations: sort dj<sup>2</sup>, q

Pearson correlation of dj sort and q = 0.791  
P-Value = 0.000

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini, mahasiswa Jurusan Statistika FMIPA ITS:

Nama : Anita Putri Wulansari  
NRP : 1314105057

menyatakan bahwa data yang digunakan dalam Tugas Akhir / Thesis ini merupakan data sekunder yang diambil dari penelitian / buku / Tugas Akhir / Thesis / publikasi lainnya yaitu:

Sumber : Yahoo *Finance*

Keterangan : Publikasi yang bersumber dari *website*

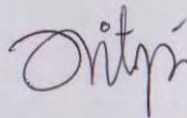
Surat Pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya. Apabila terdapat pemalsuan data maka saya siap menerima sanksi sesuai aturan yang berlaku.

Mengetahui,  
Surabaya, 15 Juli 2016  
Pembimbing Tugas Akhir



Dr. Brodjol Sutijo S. U., M.Si  
NIP. 19660125 199002 1 001

Mahasiswa



Anita Putri Wulansari  
NRP. 1314105057

## BIODATA PENULIS



Penulis memiliki nama lengkap Anita Putri Wulansari dan merupakan anak pertama dari 2 bersaudara. Dalam keseharian, penulis biasa dikenal dengan Anita. Anak dari Bapak Hartana dan Ibu Junita Kumala ini lahir di Surabaya, pada tanggal 23 April 1994. Pendidikan formal yang sudah ditempuh adalah SD Negeri Benowo I Surabaya (1999-2005), SMP Negeri 26 Surabaya (2005-2008) dan SMA Negeri 11 Surabaya (2008-2011). Pada tahun 2011, penulis

kemudian mengambil kuliah di Jurusan Statistika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya melalui jalur DIII Reguler dengan NRP 1311 030 078. Pada tahun 2014, penulis kembali melanjutkan kuliah di ITS melalui Lintas Jalur S1 Reguler dengan NRP 1314 105 057. Semasa kuliah, penulis pernah mengikuti berbagai kepanitiaan. Selain itu, penulis juga pernah menjadi anggota divisi *Professional Statistics* Himpunan Mahasiswa Jurusan Statistika (PSt-ITS). Penulis juga pernah mengikuti beberapa kompetisi semasa kuliah yaitu PKM-GT FMIPA ITS, PKM Dikti dan Essay ASEAN *Economic Community* 2015 *International Office* ITS. Apabila pembaca ingin berdiskusi mengenai Tugas Akhir ini dapat mengirimkan *email* melalui [anita.putriwulansari@gmail.com](mailto:anita.putriwulansari@gmail.com).